



TESIS SS14 2501

PEMODELAN HARGA SAHAM NEGARA ASEAN MENGUNAKAN VARMA DAN VARMAX

ISMA MUTHAHHARAH

NRP. 1313 201 034

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Drs. AGUS SUHARSONO, MS

PROGRAM MAGISTER

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2015

**PEMODELAN HARGA SAHAM NEGARA ASEAN MENGGUNAKAN
VARMA DAN VARMAX**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Sains (M.Si)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

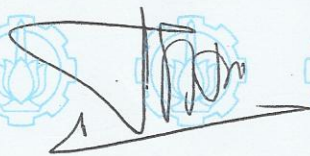
Oleh :

**ISMA MUTHAHHARAH
NRP 1313201034**

**Tanggal Ujian
Periode Wisuda**

**: 05 Mei 2015
: September 2015**

Disetujui Oleh :



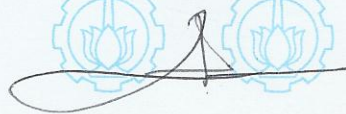
**1. Dr. Drs. Agus Suharsono, MS
NIP. 19580823 198403 1 003**

(Pembimbing)



**2. Dr. Suhartono, M.Sc
NIP. 19710929 199512 1 001**

(Penguji)



**3. Dr. rer.pol. Heri Kuswanto, S.Si, M.Si
NIP. 19820326 200312 1 004**

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana

**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T
NIP. 19640405 199002 1 0001**

PEMODELAN HARGA SAHAM NEGARA ASEAN MENGGUNAKAN VARMA DAN VARMAX

Nama Mahasiswa : Isma Muthahharah
NRP : 1313201034
Pembimbing : Dr. Drs. Agus Suharsono, MS

ABSTRAK

Pasar modal dapat mendorong para investor saham untuk berinvestasi. Salah satu cara untuk mengetahui saham mana yang baik untuk diinvestasikan yaitu dengan pemodelan. Pemodelan harga saham negara ASEAN terdiri dari IHSG (Indeks harga Saham Gabungan) untuk Indonesia, KLSE (*Kuala Lumpur Stock Exchange*) untuk Malaysia, STI (*Strait Time Index*) untuk Singapura, SET (*Stock Exchange Thailand*) untuk Thailand, dan PSEI (*Phillipines Stock Exchange Index*) untuk Filipina. Pemodelan indeks harga saham menggunakan analisis multivariat *time series* yaitu VARMA (*Vector Autoregressive Moving Average*) dan VARMAX (*Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables*). Model VARMA digunakan untuk pemodelan ekonomik *time series* dan dapat meramalkan lebih dari satu variabel. Penelitian ini menghasilkan model VARIMA (1,1,0), tetapi model ini tidak dapat digunakan untuk meramalkan dan mengetahui keterkaitan antar indeks harga saham karena tidak memenuhi asumsi *white noise* dan asumsi distribusi multivariat normal. Dua asumsi tersebut tidak terpenuhi karena adanya identifikasi 10 sinyal *out of control* yaitu residual ke-7,8,12,13,29, 40,167,170,174,183 dari proses diagram kontrol. Model VARIMAX (1,1,0) merupakan model baru yang terbentuk, dari dua model tersebut terdapat faktor *integrated* karena data saham yang digunakan tidak stasioner sehingga memerlukan *differencing*. Hasil peramalan indeks harga saham dengan cara *one step forecast* menghasilkan nilai RMSE yang kecil, dimana IHSG dan KLSE memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMA (1,1,0), STI dan SET memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMAX (1,1,0), serta PSEI memiliki nilai RMSE yang kecil pada kedua model.

Kata kunci: Harga Saham ASEAN, VARIMA, VARMA, VARIMAX, VARMAX

MODELING STOCK PRICE ASEAN USING VARMA AND VARMAX

Name : Isma Muthahharah
NRP : 1313201034
Supervisor : Dr. Drs. Agus Suharsono, MS

ABSTRACT

Capital markets can encourage investors to invest in stocks. One way to find out where the good stocks to invest is by modeling. Modeling ASEAN countries consist of IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) for Indonesia, KLSE (Kuala Lumpur Stock Exchange) for Malaysia, STI (Strait Time Index) for Singapore, SET (Stock Exchange of Thailand) for Thailand, and PSEI (Philippines Stock Exchange Index) for Philippines. Modeling stock price index using multivariate time series analysis VARMA (Vector Autoregressive Moving Average) and VARMAX (Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables). VARMA models are used for modeling economic time series and can foresee more than one variable. The study produced a VARIMA model (1,1,0), but this model can not be used to predict and determine the relationship between stock price index because it does not meet the assumption of white noise and the assumption of multivariate normal distrubusi. Two assumptions are not met due to the identification of 10 out of the control signal that is residual to-7,8,12,13,29, 40,167,170,174,183 of the process control charts. Model Varimax (1,1,0) is a new model that is formed, the two models are integrated factor because the data used are not stationary stocks so require differencing. Results forecasting stock price index by means of a one-step forecast to produce small RMSE values, where IHSG and KLSE have a small RMSE values in the VARIMA model (1,1,0), STI and SET have a small RMSE values in the Varimax model (1,1,0), and PSEI has a small RMSE values on both models.

Keyword : ASEAN Stock Price, VARMA, VARIMA, VARMAX, VARIMAX

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“PEMODELAN HARGA SAHAM NEGARA ASEAN MENGGUNAKAN VARMA DAN VARMAX”**.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan Tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Suamiku tercinta A. Zulkifli M, S.Kom yang tanpa lelah memberikan segenap doa, masukan serta perhatian dan pengorbanan selama penulis menempuh kuliah di Surabaya.
2. Kedua orang tua saya, Ibu Nurhayati Mustapeng dan Bapak Ibrahim, Mertua saya Umi Hj. Andi Murti, serta saudara-saudaraku yang tanpa lelah memberikan segenap kasih sayang, doa dan dukungannya yang tiada henti kepada penulis.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T., selaku Ketua Jurusan Statistika ITS.
4. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc., selaku Kaprodi Pascasarjana Statistika ITS.
5. Bapak Dr. Drs. Agus Suharsono, MS selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan waktu, bimbingan, kesabaran, motivasi, inspirasi, ilmu, saran dan banyak hal baru dalam menyelesaikan Tesis ini.
6. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc. dan Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji atas segala masukan dan arahan yang disampaikan sampai terselesaikannya Tesis ini.
7. Ibu Dra. Aridinanti, MT selaku dosen wali atas bimbingan selama penulis mengikuti perkuliahan.

8. Semua Bapak Ibu dosen pengajar serta seluruh staff dan karyawan di Jurusan Statistika ITS.
9. Keluarga besar S2 Statistika ITS angkatan 2013 Statistika ITS, atas setiap kebersamaan yang telah terlewati dan atas semua dukungannya.
10. Semua pihak yang membantu dalam penyempurnaan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Besar harapan penulis bahwa informasi sekecil apapun dalam Tesis ini akan bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menambah pengetahuan.

Surabaya, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Konsep Analisis <i>Time Series</i>	6
2.2 VARMA (<i>Vector Autoregressive Moving Average</i>)	6
2.3 <i>Nonstationary</i> VARMA (<i>Vector Autoregressive Moving Average</i>)	7
2.4 Diagram Kontrol Residual	19
2.5 VARX (<i>Vector Autoregressive with Exogenous Variable</i>)	21
2.6 VARMAX (<i>Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variable</i>)	22
2.7 Peramalan (<i>forecasting</i>)	24
2.8 Kriteria Pemilihan Model Terbaik	24
2.9 Saham Negara ASEAN-5	25

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Sumber Data	28
3.2 Variabel Penelitian	28
3.3 Struktur Data	28
3.4 Langkah Analisis	29
3.5 Diagram Alir Analisis	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Diskriptif Data Indeks Harga Saham	31
4.2 Partisi Data Indeks Harga Saham	33
4.3 Pemodelan Indeks Data Harga Saham	33
4.4 Deteksi <i>Outlier</i>	41
4.5 Pemodelan Indeks Data Harga Saham dengan Variabel Eksogen	44
4.6 Ramalan Indeks Harga Saham	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Transformasi Box Cox	11
Tabel 2.2 Contoh Nilai <i>Sample Correlation Matrix Function</i>	13
Tabel 2.3 Contoh Nilai <i>Partial Autoregression Matrix Function</i>	15
Tabel 3.1 Struktur Data Indeks Harga Saham Negara ASEAN-5	28
Tabel 4.1 Statiska Deskriptif Data Indeks Harga Saham	31
Tabel 4.2 Transformasi Box Cox pada KLSE, STI, SET dan KLSE	34
Tabel 4.3 Uji <i>Dickey Fuller</i> Data Indeks Harga Saham Sebelum <i>Differencing</i> ...	35
Tabel 4.4 Uji <i>Dickey Fuller</i> Data Indeks Harga Saham Setelah <i>Differencing</i>	36
Tabel 4.5 <i>Minimum Information Criterion</i> Data Indeks Harga Saham	38
Tabel 4.6 Hasil Estimasi Parameter Model VARIMA (1,1,0)	39
Tabel 4.7 Hasil Portmanteau Test VARIMA (1,1,0)	40
Tabel 4.8 Variabel <i>dummy</i> model VARIMA (1,1,0)	43
Tabel 4.9 <i>Minimum Information Criterion</i> Data Indeks Harga Saham dengan Variabel <i>dummy</i>	46
Tabel 4.10 Hasil Estimasi Parameter VARIMAX (1,1,0)	47
Tabel 4.11 Hasil <i>Portmanteau Test</i> VARIMAX (1,1,0)	49
Tabel 4.12 Perbandingan Nilai RMSE VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0)	54

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Contoh Plot <i>Sample Correlation Matrix Function</i>	13
Gambar 2.2 Contoh Plot Partial Autoregression Matrix.....	15
Gambar 3.1 Gambar Digram Alir Analisis	30
Gambar 4.1 Plot <i>Time Series</i> Data Indeks Harga Saham.....	32
Gambar 4.2 <i>Area Graph</i> Data Indeks Harga Saham.....	33
Gambar 4.3 <i>Box Cox transformation</i> IHSG.....	34
Gambar 4.4 Plot <i>Sample Correlation Matrix Function</i> Data Indeks Harga Saham Sebelum <i>Differencing</i>	35
Gambar 4.5 Plot <i>Sample Correlation Matrix Function</i> Data Indeks Harga Saham Setelah <i>Differencing</i>	36
Gambar 4.6 Plot <i>Partial Autoregression Matrix Function</i> Data Indeks Harga Saham Setelah <i>Differencing</i>	37
Gambar 4.7 QQ Plot Residual VARIMA (1, 1, 0).....	41
Gambar 4.8 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Pertama	42
Gambar 4.9 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Kedua.....	42
Gambar 4.10 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Ketiga	43
Gambar 4.11 Plot <i>Sample Correlation Matrix Function</i> Data Indeks Harga Saham dengan Variabel <i>dummy</i> Setelah <i>Differencing</i>	44
Gambar 4.12 Plot <i>Partial Autoregression Matrix Function</i> Data Indeks Harga Saham dengan Variabel <i>dummy</i> Setelah <i>Differencing</i>	45
Gambar 4.13 QQ Plot Residual VARIMA (1,1,0).....	50
Gambar 4.14 Plot <i>Time Series</i> Ramalan Indeks Harga Saham VARIMA (1,1,0)	51
Gambar 4.15 Plot <i>Time Series</i> Ramalan Indeks Harga Saham VARIMAX (1, 1, 0)	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1 Data Indeks Harga Saham Negara ASEAN-5	60
Lampiran 2 Transformasi Box Cox untuk KLSE, STI, SET dan PSEI	66
Lampiran 3 Program SAS Data Asli.....	67
Lampiran 4 Output Program SAS Data Asli.....	68
Lampiran 5 Program SAS untuk model VARIMA (1,1,0)	69
Lampiran 6 Output Program SAS Model VARIMA (1,1,0)	70
Lampiran 7 Program Matlab untuk Diagram Kontrol model VARIMA (1,1,0).....	74
Lampiran 8 Program SAS untuk model VARIMAX (1,1,0)	75
Lampiran 9 Output Program SAS Model VARIMAX (1,1,0).....	76

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar modal dapat menjadi indikator berkembangnya perekonomian suatu negara. Perekonomian yang baik di suatu negara akan tercermin dari neraca perdagangan luar negerinya. Pasar modal juga memiliki peranan penting dan dapat menyediakan fasilitas untuk mempertemukan dua kepentingan, yaitu pihak yang memiliki kelebihan dana dan pihak yang memerlukan dana. Pihak yang memiliki kelebihan dana dapat menginvestasikan dana tersebut dengan harapan memperoleh keuntungan, sedangkan perusahaan yang memerlukan dana tersebut digunakan untuk kepentingan investasi tanpa menunggu tersedianya dana operasional perusahaan. Adanya pasar modal juga mendorong para investor saham untuk berinvestasi. Salah satu cara untuk mengetahui saham mana yang baik yaitu dengan pemodelan, pemodelan bertujuan untuk meramalkan harga saham pada periode ke depan. Suatu model ekonomi yang baik dapat dipakai untuk melihat pengaruh variabel yang satu terhadap variabel yang lain berdasarkan teori ekonomi yang melatar belakangi. Pada umumnya variabel-variabel ekonomi bersifat nonstasioner dan dipengaruhi oleh pengamatan sebelumnya, sehingga kondisi seperti ini perlu mendapatkan perhatian sebelum menyusun atau membentuk model (Suharsono, Guritno & Subanar, 2014).

Berbagai penelitian sebelumnya tentang keterkaitan saham ASEAN yaitu Sharma & Wongbapao (2002) menguji keterkaitan pasar ASEAN-5 dengan menggunakan teknik kointegrasi, hasil penelitiannya menunjukkan kointegrasi jangka panjang antar pasar saham Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, kecuali Filipina. Manning (2002) menggunakan pendekatan *Johansen Maximum Likelihood* dan teknik Haldane serta Hall Kalman Filter untuk menguji pergerakan bersama (*co-movement*) pasar saham negara ASEAN-5 dan di luar kawasan yaitu AS, Korea Selatan, Hongkong dan Jepang. Rahim & Nur (2007) menggunakan analisis VAR untuk menguji struktur dinamis transisi internasional dalam *return* saham ASEAN-5, Korea, Jepang dan Hongkong. Cheung & Ho (1991)

menguji struktur korelasi diantara sebelas pasar saham Asia berkembang dan pasar yang telah maju. Mereka menunjukkan bahwa korelasi diantara kelompok pasar saham Asia berkembang dan kelompok pasar yang telah maju adalah lebih kecil dari pada diantara pasar yang telah maju. Chan *et al.* (1992) menemukan tidak ada kointegrasi pasar saham AS dan banyak pasar saham Asia berkembang (misalnya: Hongkong, Korea, Singapura, Taiwan, Malaysia, Thailand, dan Filipina) di tahun 1980-an dan awal 1990-an. Hasil ini juga didukung oleh studi Ng (2000), Climent & Meneu (2003) yang tidak menemukan bukti empiris keterkaitan dinamis jangka panjang antar pasar saham berkembang dan pasar saham maju.

Dengan adanya berbagai penelitian sebelumnya, maka dilakukan pemodelan harga saham Indonesia dengan negara-negara tetangga yang termasuk negara maju dan berkembang seperti Malaysia, Singapura, Thailand, Filipina. Negara-negara tersebut merupakan negara pendiri ASEAN (*Association of South East Asian Nations*), dimana pemodelan harga saham ini menggunakan analisis multivariat *times series*. Data yang digunakan adalah data indeks harga saham penutupan harian. Harga saham yang dimaksud digambarkan dengan data indeks harga saham ASEAN tahun 2008 karena pada saat itu Amerika Serikat mengalami krisis keuangan global akibat adanya krisis *subprime mortgage* yang juga berpengaruh pada krisis dunia termasuk negara ASEAN (Iskan, 2009). Indeks harga saham negara ASEAN meliputi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) atau JKSE Indonesia, meliputi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) atau JKSE Indonesia, *Kuala Lumpur Stock Exchange* (KLSE) Malaysia, *Strait Time Index* (STI) Singapura, *Stock Exchange Thailand* (STE) Thailand, *Philippine Stock Exchange Index* (PSEI) Filipina. Negara-negara pemilik indeks harga saham tersebut merupakan negara yang mempunyai hubungan erat dengan Indonesia dalam hal perdagangan. Hubungan perdagangan Indonesia dengan negara lain bahkan sudah dimulai sejak masa penjajahan. Seperti data yang dikemukakan Hasbullah (2012) bahwa negara tujuan ekspor Indonesia pada tahun 1993 bervariasi. Selain Belanda, sebagai tujuan utama beberapa negara ASEAN yaitu Singapura, Malaysia, Thailand dan Filipina juga merupakan tujuan ekspor penting Indonesia. Saat ini, tujuan utama ekspor utama meliputi Tiongkok, Jepang,

Amerika Serikat, India, Australia, Korea Selatan dan Taiwan. Ekspor dan impor mempunyai peranan penting dalam menentukan perdagangan, termasuk perdagangan harga saham.

Pemodelan harga saham pada penelitian ini menggunakan analisis multivariat *time series* yaitu VARMA (*Vector Autoregressive Moving Average*) dan VARMAX (*Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables*). Prosedur dari representasi VARMA adalah strategi awal untuk pemodelan ekonomik *time series*. Model VARMA merupakan gabungan dari *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Vector Moving Average* (VMA). Model VAR adalah gabungan dari beberapa model *Autoregressive* (AR), selain itu metode ini dapat digunakan untuk memodelkan perilaku pasar saham (Suharsono & Susilaningrum, 2007). Proses pemodelan VARMA digunakan jika memenuhi asumsi-asumsi, misalnya stasioner baik dalam rata maupun variansi yang dilakukan dengan menggunakan plot *sampel corelation matrix function* dan plot *partial autoregression matrix function* serta *white noise* (Wei, 2006). Jika asumsi distribusi multivariat normal tidak terpenuhi dalam pemodelan VARMA, maka penyebabnya dapat diduga yaitu adanya *outlier*. *Outlier* dapat dideteksi dengan diagram kontrol residual, diagram kontrol residual digunakan untuk memonitor secara bersama-sama dari 2 atau lebih karakteristik kualitas yang saling berkaitan dengan asumsi pengamatan adalah independen (Montgomery, 2009). Studi pengontrolan kualitas proses multivariat dilakukan pertama kali oleh Mason *et al.* (2003) yang mengontrol pengamatan berautokorelasi dengan melakukan modifikasi terhadap diagram kontrol T^2 Hotelling dan mengidentifikasi pengamatan berautokorelasi yang mempunyai model pola sistematis yaitu berbentuk *single bowl* untuk periode yang panjang. Setelah *outlier* diketahui, maka di bentuk menjadi variabel *dummy* dan digunakan dengan variabel asli untuk membuat model baru.

Model VARMAX (*Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables*) adalah model baru yang terbentuk. Model VARMAX dapat digunakan untuk meramalkan dan mengetahui keterkaitan anatar indeks harga saham. Kriteria pemilihan model menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), model VARMA dan VARMAX yang telah sesuai digunakan untuk meramalkan harga saham negara-negara ASEAN pada satu periode ke depan. Namun seperti yang dikatakan oleh Makridakis & Hibon (2000) bahwa metode statistik yang lebih canggih atau yang lebih rumit tidak selalu memberikan perkiraan yang lebih akurat dari pada metode yang sederhana.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model dan keterkaitan antara indeks harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX?
2. Bagaimana cara mendeteksi *outlier* pada model VARMA?
3. Bagaimana hasil peramalan harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model dan keterkaitan indeks harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX, serta mengidentifikasi orde VARMAX yang sampai saat ini belum banyak dikaji dalam pemodelan.
2. Mengetahui cara mendeteksi *outlier* pada model VARMA.
3. Mengetahui hasil peramalan data harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang diuraikan, maka manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan model yang dapat menjelaskan keterkaitan harga saham negara ASEAN. Model ini juga dapat digunakan untuk meramalkan harga saham satu periode kedepan serta memudahkan para investor untuk melakukan investasi yang tepat berkaitan dengan perdagangan saham.
2. Menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang VARMA dan VARMAX untuk peramalan data makroekonomi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah memodelkan harga saham negara ASEAN-5 yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Filipina dengan mengambil data Indeks harga saham penutupan harian tahun 2008 menggunakan metode multivariat *time series* yaitu VARMA dan VARMAX, dimana pemilihan kriteria model terbaik menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) yang paling minimum.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka mendukung penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini. Terdapat beberapa hal yang akan dibahas pada bab ini, yaitu pengetahuan yang berhubungan dengan *time series*, VARMA, dan VARMAX serta penjelasan mengenai harga saham negara ASEAN-5.

2.1 Konsep Analisis *Time Series*

Analisis *Time Series* diperkenalkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1976. *Time Series* merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap. Analisis *Time Series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Data penelitian yang digunakan terpaut oleh waktu, sehingga terdapat korelasi antara kejadian saat ini dengan data dari satu periode sebelumnya. Meskipun berhubungan erat dengan urutan waktu, tidak menutup kemungkinan memiliki hubungan erat dengan dimensi lain seperti ruang. *Time series* juga diterapkan di berbagai bidang, seperti pertanian, bisnis dan ekonomi, teknik, kesehatan, meteorologi, kontrol kualitas, dan ilmu sosial. Dalam bidang bisnis dan ekonomi, *time series* diterapkan dalam mengamati harga saham, suku bunga, indeks harga bulanan, penjualan kuartalan, dan pendapatan pertahun (Wei, 2006). Pengembangan analisis *time series* yang mempunyai lebih dari satu variabel dinamakan analisis multivariat *time series* yang digunakan untuk memodelkan dan menjelaskan interaksi serta pergerakan diantara variabel *time series*. Model analisis multivariat *time series* yang di gunakan dalam penelitian ini adalah VARMA (*Vector Autoregressive Moving Average*) dan VARMAX (*Vector Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables*).

2.2 VARMA (*Vector Autoregressive Moving Average*)

Data *time series* dalam beberapa studi empirik seringkali terdiri dari pengamatan dari beberapa variabel, atau dikenal dengan data *time series*

multivariat (Box, Jenkins & Reinsel, 1994). Misalnya, dalam studi tentang suatu penjualan, variabel-variabel yang mungkin terlibat adalah volume penjualan, harga, dan biaya iklan serta penjualan suatu produk pada beberapa daerah pemasaran yang saling berdekatan dan berkaitan. Jika diberikan $z_i(t)$ dengan $t \in T$, $T = \{1, 2, \dots, T\}$ dan $i = \{1, 2, \dots, N\}$ yang merupakan indeks parameter waktu dan variabel (misalkan berupa lokasi yang berbeda atau jenis produk yang berbeda) yang terhitung dan terbatas, maka model VARMA secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Wei, 2006)

$$\Phi_p(B) \dot{\mathbf{Z}}_t = \Theta_q(B) \mathbf{a}_t \quad (2.1)$$

dimana

$$\Phi_p(B) = I_k - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p$$

dan

$$\Theta_q(B) = I_k - \Theta_1 B - \dots - \Theta_q B^q$$

dengan $\mathbf{Z}(t)$ adalah vektor *time series* multivariat yang terkoreksi nilai rata-ratanya, $\Phi_p(B)$ dan $\Theta_q(B)$ berturut-turut adalah suatu matriks *autoregressive* dan *moving average* polinomial orde p dan q dengan ukuran matrik *nonsingular* yaitu $m \times m$. Untuk kasus *nonsingular*, matriks varians kovarians Σ dari \mathbf{a}_t adalah definit positif. Jika $q = 0$ maka proses menjadi vektor AR (p)

$$\mathbf{Z}_t = \Phi_1 \mathbf{Z}_{t-1} + \dots + \Phi_p \mathbf{Z}_{t-p} + \mathbf{a}_t \quad (2.2)$$

dan jika $p = 0$ maka proses menjadi vektor MA (q)

$$\mathbf{Z}_t = \mathbf{a}_t - \Theta_1 \mathbf{a}_{t-1} - \dots - \Theta_q \mathbf{a}_{t-q} \quad (2.3)$$

2.2 Nonstationary VARMA (Vector Autoregressive Moving Average)

Dalam analisis *time series*, yang umum diamati dalam *series* yaitu menunjukkan *nonstationary*. Salah satu cara yang digunakan untuk *nonstationary* ke stasioner adalah *differencing*. Sebagai contoh, dalam *time series* univariat suatu

series nonstationary Z_t direduksi menjadi serangkaian stasioner *series* $(1-B)^d Z_t$ untuk $d > 0$, dapat ditulis

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \quad (2.4)$$

dimana ϕ_p adalah operator stasioner untuk AR. Dari persamaan (2.4) dapat di tulis menjadi suatu proses vektor.

$$\Phi_p(B)(I-IB)^d \mathbf{Z}_t = \Theta_q(B)\mathbf{a}_t \quad (2.5)$$

atau,

$$\Phi_p(B)(1-B)^d \mathbf{Z}_t = \Theta_q(B)\mathbf{a}_t \quad (2.6)$$

Eksistensi ini menunjukkan bahwa semua komponen *series* adalah *difference* dari beberapa waktu. Pembatasan ini jelas tidak perlu dan tidak diinginkan. Untuk lebih *flexible*, kita asumsikan bahwa \mathbf{Z}_t yang *nonstationary*, dapat direduksi dengan serangkaian vektor *series* yang menerapkan operator *differencing* $\mathbf{D}(B)$, yaitu

$$\mathbf{D}(B)\mathbf{Z}_t \quad (2.7)$$

dimana

$$\mathbf{D}(B) = \begin{bmatrix} (1-B)^{d_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & (1-B)^{d_2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & (1-B)^{d_n} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

dan (d_1, d_2, \dots, d_n) adalah bagian dari bilangan bulat nonnegatif. Dengan demikian, kita memiliki *nonstationary* model VARMA untuk \mathbf{Z}_t

$$\Phi_p(B)\mathbf{D}(B)\mathbf{Z}_t = \Theta_q(B)\mathbf{a}_t \quad (2.9)$$

Differencing pada vektor *time series* jauh lebih rumit dan harus ditangani dengan hati-hati. *Overdifferencing* dapat menyebabkan komplikasi pada model yang sesuai. Salah satunya harus berhati-hati pada perintah *differencing* untuk setiap komponen *series* yang sama. Box dan Tiao (1977) menunjukkan bahwa

pembedaan identik dikenakan pada proses vektor yang dapat menyebabkan representasi *noninvertible*. Dalam hal ini, model murni berdasarkan *differencing* mungkin tidak ada, tetapi dapat menggunakan generalisasi dari model VARMA yang diusulkan oleh Tiao dan Box (1981)

$$\Phi_p(B)Z_t = \Theta_q(B)a_t \quad (2.10)$$

Dalam penggunaan model VARMA dan *nonstationary* VARMA dilakukan langkah-langkah yaitu pengujian stasioner, identifikasi model, estimasi dan uji penaksiran parameter, serta uji kesesuaian model.

a. Uji Stasioner

Salah satu uji stasioner yang sering digunakan adalah uji *unit root*. Uji *unit root* pertama kali diperkenalkan oleh David Dickey dan Wayne Fuller. Uji *unit root* didasarkan pada model berikut:

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t \quad (2.11)$$

dengan a_t adalah *error* yang bersifat *white noise*. Secara matematis hipotesis dapat ditulis sebagai berikut.

$$H_0 : \phi = 1$$

$$H_1 : \phi < 1$$

dengan statistik uji adalah

$$DF \equiv t \text{ ratio} = \frac{\hat{\phi} - 1}{std(\hat{\phi})} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1} a_t}{\hat{\sigma} \sqrt{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}^2}} \quad (2.12)$$

dimana

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1} Z_t}{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}^2}, \hat{\sigma} = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{\phi} Z_{t-1})^2}{n-1}$$

$\hat{\phi}$ dan $\hat{\sigma}$ diperoleh dari hasil estimasi metode *least square*, dengan taraf signifikansi 5 % (Tsay, 2010).

Dickey dan Fuller telah memperkenalkan pengujian *unit root* dengan menggunakan uji statistik τ (tau). Nilai kritis statistik uji τ dihitung dengan

menggunakan simulasi Monte Carlo. Dalam implementasi prosedur uji Dickey Fuller mengikuti tiga bentuk *difference* dengan kemungkinan hipotesis H_0 yaitu

Z_t merupakan *random walk*:

$$\Delta Z_t = \rho Z_{t-1} + a_t \quad (2.13)$$

Z_t merupakan *random walk* dengan *drift*:

$$\Delta Z_t = \beta_1 + \rho Z_{t-1} + a_t \quad (2.14)$$

Z_t merupakan *random walk* dengan *drift* dan memiliki *trend*:

$$\Delta Z_t = \beta_1 + \beta_2 t + \rho Z_{t-1} + a_t \quad (2.15)$$

dengan t adalah waktu.

Uji DF memiliki asumsi bahwa a_t tidak saling berkorelasi. Pada kasus dimana a_t saling berkorelasi, Dickey dan Fuller telah mengembangkan suatu uji yang didasari pada uji Dickey-Fuller. Uji tersebut adalah uji *Augmented Dickey Fuller*. Model yang digunakan dalam uji ADF

$$Z_t = \beta_1 + \beta_2 t + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Z_{t-i} + a_t \quad (2.16)$$

dengan a_t merupakan *error* yang bersifat *white noise* murni (Gujarati, 2004).

Data *time series* dikatakan stasioner apabila mean dan varians dari data berada dalam kondisi konstan. Proses untuk menstasionerkan data dalam variansi dapat dilakukan dengan menggunakan transformasi Box-Cox. Data perlu di transformasi atau tidak, menurut Box Jenkins tergantung pada nilai lambda (λ) atau nilai estimasi pada Box-Cox. Stationer dalam variansi dapat dilakukan dengan transformasi Box-Cox dengan persamaan sebagai berikut (Wei, 2006)

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} = \ln Z_t, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.17)$$

Berikut adalah ketentuan-ketentuan nilai λ atau nilai estimasi pada Box-Cox:

Tabel 2.1 Transformasi Box-Cox

Nilai dari λ (lambda)	Tranformasi
-1,0	$\frac{1}{Z_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0,0	$\ln Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1,0	Z_t (Tidak transformasi)

Proses menstasionerkan data dalam *mean* dapat dilakukan dengan menggunakan metode *differencing* data menggunakan persamaan berikut

$$(1 - B)^d Z_t = \alpha_t \quad (2.18)$$

b. Identifikasi Model

Identifikasi dari model vektor *time series* mirip dengan identifikasi model *time series* univariat. Jika diberikan vektor *time series* Z_1, Z_2, \dots, Z_n , identifikasi dapat dilakukan dengan melihat pola dari *Sample Correlation Matrix Function* dan *Partial Autoregression Matrices* setelah data stasioner (Wei, 2006).

1. *Sample Correlation Matrix Function*

Jika terdapat sebuah vektor *time series* dengan observasi sebanyak n , yaitu Z_1, Z_2, \dots, Z_n maka persamaan matriks korelasi sampelnya adalah sebagai berikut.

$$\hat{\rho}(k) = [\hat{\rho}_{ij}(k)] \quad (2.19)$$

dengan $\hat{\rho}_{ij}(k)$ merupakan korelasi silang sampel untuk komponen *series* ke- i dan ke- j yang dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)(Z_{j,t+k} - \bar{Z}_j)}{\left[\sum_{t=1}^n (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^n (Z_{j,t} - \bar{Z}_j)^2 \right]^{1/2}} \quad (2.20)$$

\bar{Z}_i dan \bar{Z}_j merupakan rata rata sampel dari komponen *series* yang bersesuaian. Bartlett (1966) dalam Wei (2006) telah menurunkan varians dan kovarian dari besaran korelasi silang yang diperoleh dari sampel. Berdasarkan hipotesis bahwa dua data *time series* Z_i dan Z_j tidak berkorelasi, sehingga Bartlett menunjukkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Varians } [\hat{\rho}_{ij}(k)] \cong \frac{1}{n-k} \left[1 + 2 \sum_{s=1}^{\infty} \rho_{ii}(s) \rho_{jj}(s) \right], |k| > q \quad (2.21)$$

ketika Z_i dan Z_j merupakan deret yang *white noise* selanjutnya akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\text{Cov}[\hat{\rho}_{ij}(k), \hat{\rho}_{ij}(k+s)] \cong \frac{1}{n-k} \quad (2.22)$$

$$\text{Var}[\hat{\rho}_{ij}(k)] \cong \frac{1}{n-k} \quad (2.23)$$

untuk ukuran sampel yang besar, $(n-k)$ dalam persamaan diatas (2.23) seringkali digantikan dengan n .

Persamaan matriks korelasi sampel tersebut digunakan untuk menentukan orde dalam model *moving average* (MA). Namun, bentuk matriks dan grafik akan semakin kompleks seiring dengan meningkatnya dimensi vektor. Untuk mengatasinya Tiao & Box (1981) dalam Wei (1994) memperkenalkan sebuah metode yang sesuai untuk meringkas penjelasan korelasi sampel, yaitu dengan menggunakan simbol (+), (-), dan (.) pada posisi matriks korelasi sampel (i, j) . Simbol (+) menotasikan nilai yang kurang dari 2 kali standar error dan menunjukkan adanya hubungan korelasi positif. Simbol (-) menotasikan nilai yang kurang dari (-2) kali standar error atau adanya hubungan korelasi negatif. Simbol (.) menotasikan nilai yang berada di antara ± 2 kali standar error yang artinya tidak terdapat hubungan korelasi (Wei, 2006).

Tabel 2.2 Contoh Nilai *Sample Correlation Matrix Function*

Lag	0			1			2			3		
Variable	$Z_{1,t}$	$Z_{2,t}$	$Z_{3,t}$	$Z_{1,t-1}$	$Z_{2,t-1}$	$Z_{3,t-1}$	$Z_{1,t-2}$	$Z_{2,t-2}$	$Z_{3,t-2}$	$Z_{1,t-3}$	$Z_{2,t-3}$	$Z_{3,t-3}$
$Z_{1,t}$	0,01	0,02	0,08	0,00	-0,09	0,12	-0,12	0,01	0,10	-0,07	-0,15	-0,25
$Z_{2,t}$	0,09	-0,04	-0,09	0,03	-0,02	-0,14	0,00	-0,09	0,12	0,04	0,04	-0,08
$Z_{3,t}$	0,03	0,14	0,07	0,01	0,02	0,07	0,03	-0,02	-0,14	-0,06	-0,09	-0,02

Sebagai contoh pada Tabel 2.2 diberikan hasil perhitungan nilai-nilai *Sample Correlation Matrix Function* untuk 3 data *time series*.

Schematic Representation of Cross Correlations				
Variable/Lag	0	1	2	3
$Z_{1,t}$	+++-
$Z_{2,t}$	+++
$Z_{3,t}$	+++
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between				

Gambar 2.1 Contoh Plot *Sample Correlation Matrix Function*

Dari Gambar 2.1 di atas dapat dilihat bahwa titik mempunyai nilai yang berada di antara 2 kali standar *error* dengan pengamatan sebanyak 100 data yang dapat dihitung

$$\begin{aligned}
 2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= 2 \times \sqrt{\frac{1}{100-1}} \\
 &= 2 \times \sqrt{0.010} \\
 &= 2 \times 0,10 \\
 &= 0,2
 \end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa tanda (+) berada kurang dari batas 0,2 yang artinya terdapat hubungan korelasi positif. Banyaknya tanda (+) yang muncul secara bersamaan dalam plot *Sample Correlation Matrix Function* signifikan di lag 0.

2. Partial Autoregression Matrix Function

Dalam univariat *time series*, persamaan *partial autocorrelation function* (PACF) sangat penting untuk menentukan orde dalam model AR. Generalisasi dari konsep PACF kedalam bentuk vektor *time series* dilakukan oleh Tiao & Box (1981) dalam Wei (2006), yang mendefinisikan matriks autoregresi parsial pada lag s dengan notasi $P(s)$, sebagai koefisien matriks terakhir ketika data diterapkan kedalam suatu proses *vector autoregressive* dari orde s . *Partial autoregression matrix function* difinisikan sebagai berikut:

$$P(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}, & s=1, \\ \left\{ \Gamma'(s) - c'(s)[A(s)]^{-1}b(s) \right\} \left\{ \Gamma'(0) - b'(s)[A(s)]^{-1}b(s) \right\}^{-1}, & s>1, \end{cases} \quad (2.24)$$

untuk $s \geq 2$, maka nilai $A(s)$, $b(s)$, dan $c(s)$ adalah sebagai berikut:

$$A(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(0) & \Gamma(1) & \cdots & \Gamma'(s-2) \\ \Gamma(1) & \Gamma(0) & \cdots & \Gamma'(s-3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma(s-2) & \Gamma(s-3) & \cdots & \Gamma(0) \end{bmatrix},$$

$$b(s) = \begin{bmatrix} \Gamma'(s-1) \\ \Gamma'(s-2) \\ \vdots \\ \Gamma'(1) \end{bmatrix}, \quad c(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(1) \\ \Gamma(2) \\ \vdots \\ \Gamma(s-1) \end{bmatrix}$$

Untuk memudahkan dalam mengidentifikasi data berdasarkan nilai *Sample Correlation Matrix Function*, maka nilai-nilai *Partial Autoregression Matrix Function* juga dinotasikan dalam bentuk simbol (+), (-), dan (.) seperti pada *Sample Correlation Matrix Function*. Sama halnya dengan persamaan autokorelasi parsial pada kasus univariate, persamaan matriks *partial autoregression matrix* $P(s)$, juga memiliki sifat *cut-off* untuk vektor proses AR.

Contoh nilai-nilai hasil perhitungan *Partial Autoregression Matrix Function* ditampilkan dalam Tabel 2.3 sebagai berikut

Tabel 2.3 Contoh Nilai *Partial Autoregression Matrix Function*

Lag	1			2			3		
Variable	$Z_{1,t-1}$	$Z_{2,t-1}$	$Z_{3,t-1}$	$Z_{1,t-2}$	$Z_{2,t-2}$	$Z_{3,t-2}$	$Z_{1,t-3}$	$Z_{2,t-3}$	$Z_{3,t-3}$
$Z_{1,t}$	0,00	-0,09	0,12	-0,12	0,01	0,10	-0,07	-0,15	-0,25
$Z_{2,t}$	0,03	-0,02	-0,14	0,00	-0,09	0,12	0,04	0,04	-0,08
$Z_{3,t}$	0,01	0,02	0,07	0,03	-0,02	-0,14	-0,06	-0,09	-0,02

Sebagai contoh pada Tabel 2.3 diberikan hasil perhitungan nilai-nilai *Partial Autoregression Matrix Function* untuk 3 data *time series*.

Schematic Representation of Partial Autoregression			
Variable/Lag	1	2	3
$Z_{1,t}$
$Z_{2,t}$
$Z_{3,t}$

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, .is between

Gambar 2.2 Contoh Plot *Partial Autoregression Matrix*

Dari Gambar 2.2 di atas dapat dilihat bahwa titik mempunyai nilai yang berada di antara ± 2 kali standar *error* dengan pengamatan sebanyak 100 data dapat dihitung

$$\begin{aligned}
 \pm 2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= \pm 2 \times \sqrt{\frac{1}{100-1}} \\
 &= \pm 2 \times \sqrt{0,010} \\
 &= \pm 2 \times 0,10 \\
 &= \pm 0,2
 \end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa titik tersebut berada diantara $\pm 0,2$ yang artinya tidak terdapat hubungan korelasi. Banyaknya tanda titik yang muncul secara bersamaan pada plot *Partial Autoregression Matrix Function* signifikan di lag pertama. Sama halnya dengan persamaan autokorelasi parsial pada kasus univariat, persamaan matriks *partial autoregression matrix* $P(s)$ juga memiliki sifat *cut-off* untuk vektor proses AR.

Ada cara lain untuk menentukan order VARMA yang sesuai, selain dengan melihat plot *sample correlation matrix* dan *partial autoregression matrix* juga mempertimbangkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) yang paling minimum. Rumus AIC adalah sebagai berikut:

$$AIC_{(p+q)} = \ln \left| \hat{\Sigma}_{(p+q)} \right| + \frac{2m^2(p+q)}{n} \quad (2.25)$$

dengan $\hat{\Sigma}_{(p+q)}$ adalah estimasi dari matriks varians kovarians, p adalah orde AR, q adalah orde MA, $2m^2(p+q)$ adalah jumlah parameter dari AR dan MA, serta n adalah jumlah data.

c. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter

Ketika model sementara sudah diidentifikasi, dilakukan estimasi parameter model VARMA dengan menggunakan metode LS (*Least Square*). Diberikan model VARMA (p, q) sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{U} \quad (2.26)$$

dengan

$$\mathbf{Y} := (\mathbf{Z}_1, \mathbf{Z}_2, \dots, \mathbf{Z}_n)$$

$$\mathbf{B} := [\boldsymbol{\Phi} : \boldsymbol{\Theta}]$$

$$\mathbf{U} := (\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n)$$

$$\mathbf{y} := \text{Vec}(\mathbf{Y})$$

$$\boldsymbol{\beta} := \text{Vec}(\mathbf{B})$$

$$\mathbf{u} := \text{Vec}(\mathbf{U})$$

dengan membutuhkan seleksi parameter untuk meminimalkan jumlah kuadrat (*Sum of Square*) antara nilai observasi (\mathbf{Y}) dengan estimasi (\mathbf{XB}) dengan simbol $S(\cdot)$, $\text{Vec}(\mathbf{Y}) - \text{Vec}(\mathbf{B}) = \text{Vec}(\mathbf{U})$ (Draper & Smith, 1998) atau

$$\begin{aligned} \text{Vec}(\mathbf{Y}) &= \text{Vec}(\mathbf{BX}) + \text{Vec}(\mathbf{U}) \\ &= (\mathbf{X} \otimes \mathbf{I}_K) \text{Vec}(\mathbf{B}) + \text{Vec}(\mathbf{U}) \end{aligned} \quad (2.27)$$

atau

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= (\mathbf{X} \otimes \mathbf{I}_K) \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \\ \mathbf{u} &= \mathbf{y} - (\mathbf{X} \otimes \mathbf{I}_K) \boldsymbol{\beta} \end{aligned}$$

dengan matriks kovarians \mathbf{u} sebagai berikut :

$$\Sigma_{\mathbf{u}} = \mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u$$

Maka, estimasi LS multivariat dari $\boldsymbol{\beta}$ berarti memilih estimator dengan meminimumkan

$$\begin{aligned} S(\boldsymbol{\beta}) &= \mathbf{u}' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u)^{-1} \mathbf{u} = \mathbf{u}' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{u} \\ &= [\mathbf{y} - (\mathbf{X}' \otimes \Sigma_u)]' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) [\mathbf{y} - (\mathbf{X}' \otimes \Sigma_u)] \\ &= \text{vec}[\mathbf{Y} - \mathbf{XB}]' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) \text{vec}[\mathbf{Y} - \mathbf{XB}] \end{aligned} \quad (2.28)$$

Untuk mencari nilai minimum dari fungsi (2.28), perhatikan bahwa:

$$\begin{aligned} S(\boldsymbol{\beta}) &= \mathbf{y}' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}' (\mathbf{X} \otimes \mathbf{I}_K) (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) (\mathbf{X}' \otimes \mathbf{I}_K) \boldsymbol{\beta} - 2\boldsymbol{\beta}' (\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y} \\ &= \mathbf{y}' (\mathbf{I}_n \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}' (\mathbf{XX}' \otimes \Sigma_u^{-1}) \boldsymbol{\beta} - 2\boldsymbol{\beta}' (\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.29)$$

Maka,

$$\frac{\partial S(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = 2(\mathbf{XX}' \otimes \Sigma_u^{-1}) \boldsymbol{\beta} - 2(\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y}$$

Fungsi $S(\boldsymbol{\beta})$ meminimum ketika $\frac{\partial S(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = 0$, sehingga:

$$(\mathbf{XX}' \otimes \Sigma_u^{-1}) \hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y}$$

Akibatnya, estimator LS multivariat adalah

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = ((\mathbf{XX}') \otimes \Sigma_u^{-1})^{-1} (\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y}$$

Selanjutnya uji signifikansi parameter model bertujuan untuk membuktikan bahwa model cukup memadai atau tidak, menggunakan uji t yaitu untuk menguji pengaruh masing-masing parameter terhadap model. Dengan hipotesis dan uji statistik sebagai berikut:

$$H_0 : \phi_{ijk} = 0$$

$$H_1 : \phi_{ijk} \neq 0$$

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\phi}_{ijk}}{SE(\hat{\phi}_{ijk})} \quad (2.30)$$

Statistik uji pada persamaan (2.30) dibandingkan dengan $t_{\alpha/2}$ yang diperoleh dari tabel t . Dengan toleransi ketepatan sebesar 5%, hipotesis awal akan ditolak jika $|t| > t_{\alpha/2, (n-p-1)}$ dimana p menunjukkan jumlah parameter yang berarti bahwa parameter telah signifikan.

d. Uji Kesesuaian Model

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah model telah mempresentasikan data dengan baik. Uji ini merupakan tes apakah *residual* yang didapatkan menggunakan matriks parameter tidak berkorelasi. Terdiri dari uji portmanteau untuk *white noise* dan uji asumsi residual multivariat normal.

1. Uji Portmanteau

Uji portmanteau digunakan untuk menguji signifikansi secara keseluruhan pada *autocorrelation* residual sampai lag h . Hipotesis yang akan diuji dalam uji portmanteau adalah sebagai berikut:

H_0 : vektor residual model memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : vektor residual model tidak memenuhi asumsi *white noise*

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_h = n \sum_{i=1}^h \text{tr}(\hat{\mathbf{C}}_i' \hat{\mathbf{C}}_0^{-1} \hat{\mathbf{C}}_i \hat{\mathbf{C}}_0^{-1}) \quad (2.31)$$

\mathbf{C}_i diperoleh dari $\hat{\mathbf{C}}_i = n^{-1} \sum_{t=i+1}^n \hat{\mathbf{a}}_t \hat{\mathbf{a}}_{t-i}'$.

H_0 ditolak jika $Q_h > \chi^2$ atau dengan $p\text{-value} < \alpha$ (Luthkepohl, 2005).

2. Uji Asumsi Residual Multivariat Normal

Asumsi yang harus dipenuhi adalah residual berdistribusi normal dilakukan dengan metode uji multivariat normal. Pemeriksaan distribusi multivariat normal dapat dilakukan uji Shapiro-Wilk dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : vektor residual berdistribusi multivariat normal

H_1 : vektor residual tidak berdistribusi multivariat normal

Statistik ujinya:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i y_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.32)$$

dengan:

y_i = statistik order

\bar{y} = mean sampel

$$a_i = (a_1, \dots, a_m) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m^T)^{1/2}}$$

$\hat{\Sigma}^{-1}$ = matrik kovarian residual

H_0 gagal ditolak jika $p\text{-value} > \alpha$ (Shapiro, 1995)

2.4 Diagram Kontrol Residual

Pada data *time series* seringkali dipengaruhi oleh kejadian eksternal. Jika penyebab terjadinya hal tersebut diketahui, maka kejadian tersebut dikenal sebagai intervensi, tetapi jika tidak diketahui maka disebut sebagai *outlier*. Pada univariat *time series* terdapat 4 macam tipe *outlier* yaitu *Additive Outlier* (AO), *Innovational Outlier* (IO), *Level Shift* (LS), dan *Temporary atau Transient Change* (TC), tetapi pada multivariat *time series* hanya ada dua yaitu *Additive Outlier* (AO) dan *Innovational Outlier* (IO).

a. Additive Outlier (AO)

Additive Outlier (AO) adalah kejadian yang mempengaruhi suatu *series* pada waktu T^* saja. Keberadaannya tidak mempengaruhi pengamatan-pengamatan lain, baik sebelum maupun sesudah *outlier*. Model dari AO adalah:

$$Z_t^* = Z_t + Bx_t \quad (2.33)$$

dengan

$$\mathbf{x}_t = \begin{cases} 1 & , t = T^* \\ 0 & , t \neq T^* \end{cases}$$

\mathbf{x}_t = vektor ($m \times 1$)

\mathbf{B}_t = matrik diagonal ($m \times m$) dengan diagonal = $(\beta_1 \beta_2 \dots \beta_m)$

b. *Innovational Outlier (IO)*

Innovational Outlier (IO) adalah *outlier* yang mempengaruhi beberapa pengamatan sesudahnya, sehingga *outlier* tipe IO ini terkadang tidak dapat terdeteksi secara langsung melalui plot datanya. Model dari IO adalah

$$\mathbf{Z}_t^* = \mathbf{Z}_t + (1 - \Phi(B))^{-1} \mathbf{B} \mathbf{x}_t \quad (2.34)$$

Keberadaan *outlier* dapat menyebabkan asumsi distribusi multivariat normal tidak terpenuhi sehingga akan berpengaruh pada pengontrolan proses di masa mendatang. Keberadaan *outlier* ini sering tersamar, dalam arti tidak semua *outlier* dalam *time series* dapat terlihat secara langsung dari plot *time series*. Salah satu cara untuk mendeteksi *outlier* yaitu menggunakan diagram kontrol residual.

Diagram kontrol residual adalah diagram kontrol multivariat untuk pengamatan berautokorelasi yang memerlukan pengendalian bersama secara simultan terhadap beberapa variabel yang berkaitan, baik pada waktu pengamatan yang sama atau berbeda. Diagram kontrol residual dengan pengontrolan proses target dan klasifikasi pengamatan individu menggunakan T^2 Hotelling (Oduk, 2012).

$$T^2 = \hat{\mathbf{a}}_t' \hat{\Sigma}^{-1} \hat{\mathbf{a}}_t \sim \chi^2_{(K)} \quad (2.35)$$

dengan $\hat{\mathbf{a}}_t$ residual setiap pengamatan dalam vektor kolom. Dasar pendekatan asimtotis yang menunjukkan diagram kontrol residual menggunakan T^2 Hotelling mengikuti distribusi *chi-square*.

Deteksi *outlier* menggunakan prosedur *iterative*, pada tahap 1 dilakukan pemodelan terhadap data dengan asumsi awal tidak ada *outlier* dan menghitung residual model yang telah diestimasi. Tahap 2 mendeteksi *outlier* berdasarkan plot

residual yang sangat ekstrim menunjukkan pengamatannya *outlier* dan dibuat variabel dummy, kemudian memasukkan *outlier* kedalam model atau dengan kata lain memodelkan *outlier*.

2.5 VARX (Vector Autoregressive with Exogenous Variables)

Vector Autoregressive with Exogenous Variables (VARX) merupakan pengembangan dari model VAR dengan menambah peubah eksogen X di sebelah kanan persamaan. Variabel X sebagai variabel eksogen masuk dalam model VAR sehingga VARX (p,s) sebagai berikut (Suharsono, 2011):

$$\Phi_p(B)Z_t = \gamma_r(B)X_t \quad (2.36)$$

dimana

$$\Phi_p(B) = I_k - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p$$

$$\gamma_r(B) = \gamma_0 + \gamma_1 B + \dots + \gamma_r B^r$$

dengan Φ_p merupakan matriks berukuran $m \times m$, sedangkan γ_r merupakan matriks berukuran $m \times r$.

Dengan pemodelan VARX $Z = X\beta + D\delta + \varepsilon$, diperoleh estimasi parameter untuk β dan δ adalah (Suharsono, 2012):

$$\hat{\beta} = [X^T \Sigma^{-1} M X]^{-1} [X^T \Sigma^{-1} M Z]$$

$\hat{\beta}$ adalah estimator untuk model VARX

dan

$$\hat{\delta} = D^{-1} (I - M) (Z - X [X^T \Sigma^{-1} M X]^{-1} [X^T \Sigma^{-1} M Z])$$

$\hat{\delta}$ adalah estimator untuk *exogenous variables*,

dimana $M = [I - D(D^T \Sigma^{-1} D)^{-1} D^T \Sigma^{-1}]$, dengan memenuhi syarat tidak bias, varian minimum dan berdistribusi normal.

2.6 VARMAX (Vector Autoregression Moving Average with Exogenous Variables)

Model *Vector Autoregression Moving Average with Exogenous Variables* (VARMAX) adalah pengembangan dari model VARMA dengan menambahkan variabel eksogen atau X di sebelah kanan persamaan. Menurut Fassois (2000) & Petsonois (2001) dalam Bardeon & Kurka (2003) dapat ditunjukkan model VARMAX (p, q, s) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Phi_p(B)Z_t = \gamma_r(B)X_t + \Theta_q(B)a_t \quad (2.37)$$

dimana

$$\Phi_p(B) = I_k - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p$$

$$\Theta_q(B) = I_k - \Theta_1 B - \dots - \Theta_q B^q$$

$$\gamma_r(B) = \gamma_0 + \gamma_1 B + \dots + \gamma_r B^r$$

dengan $Z(t)$ adalah vektor *time series* multivariat yang terkoreksi nilai rata-ratanya, $\Phi_p(B)$ dan $\Theta_q(B)$ berturut-turut adalah suatu matriks *autoregressive* dan *moving average* polinomial orde p dan q dengan ukuran matrik *nonsingular* yaitu $m \times m$. γ_r merupakan matriks berukuran $m \times r$, di mana matriks varians kovarians Σ dari a_t adalah definit positif.

Estimasi parameter pada model VARMAX (p, q, s) sama dengan model VARMA yaitu dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat (*Sum of square*) dengan menggunakan metode LS (*Least Square*). Diberikan model sebagai berikut:

$$Y = X\beta + Z\delta + U \quad (2.38)$$

dengan:

$$Y := (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$$

$$B := [\Phi : \Theta]$$

$$U := (u_1, u_2, \dots, u_n)$$

$$y := \text{Vec}(Y)$$

$$\delta := \text{Vec}(\delta)$$

$$\beta := \text{Vec}(\beta)$$

$$u := \text{Vec}(U)$$

atau

$$\text{Vec}(Y) = \text{Vec}(BX) + \text{Vec}(Z\delta) + \text{Vec}(U)$$

$$= (X' \otimes I_K) \text{Vec}(B) + (Z' \otimes I_K) \text{Vec}(\delta) + \text{Vec}(U)$$

dapat ditulis menjadi:

$$y = (X' \otimes I_K) \beta + (Z' \otimes I_K) \delta + u \quad (2.39)$$

$$u = y - (X' \otimes I_K) \beta - (Z' \otimes I_K) \delta$$

dimana matriks kovarians u sebagai berikut :

$$\Sigma_u = I_n \otimes \Sigma_u$$

Maka, estimasi LS multivariat dari β dan δ , berarti memilih estimator dengan meminimumkan:

$$\begin{aligned} S(\beta, \delta) &= u' (I_n \otimes \Sigma_u)^{-1} u = u' (I_n \otimes \Sigma_u^{-1}) u \\ &= [y - (X \otimes I_K) \beta - (Z \otimes I_K) \delta]' (I_n \otimes \Sigma_u^{-1}) [y - (X \otimes I_K) \beta - (Z \otimes I_K) \delta] \\ &= \text{Vec}(Y - BX - Z\delta)' (I_n \otimes \Sigma_u^{-1}) \text{Vec}(Y - BX - Z\delta) \end{aligned} \quad (2.40)$$

Untuk mencari nilai minimum persamaan (2.40), perhatikan bahwa

$$\begin{aligned} S(\beta, \delta) &= y(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})y' - y'(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(X' \otimes I_K)\beta - y'(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(Z' \otimes I_K)\delta \\ &\quad - (X \otimes I_K)\beta'(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})y + \beta'(X \otimes I_K)(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(X' \otimes I_K)\beta \\ &\quad + \beta'(X \otimes I_K)(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(Z' \otimes I_K)\delta - (Z \otimes I_K)\delta'(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})y \\ &\quad + (Z \otimes I_K)\delta'(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(X' \otimes I_K)\beta + \delta'(Z \otimes I_K)(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})(Z' \otimes I_K)\delta \\ &= y(I_n \otimes \Sigma_u^{-1})y' - 2\beta'(X \otimes \Sigma_u^{-1})y + \beta'(X'X) \otimes \Sigma_u^{-1}\beta - 2\delta'(Z \otimes \Sigma_u^{-1})y \\ &\quad + 2\beta'(ZX' \otimes \Sigma_u^{-1})\beta + \delta'(Z'Z) \otimes \Sigma_u^{-1}\delta \end{aligned} \quad (2.41)$$

Maka ada dua parameter yang akan di turunkan yaitu β dan δ , dimana

- Parameter β untuk model VARMAX, maka fungsi $S(\beta, \delta)$ menjadi

$$\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \beta} = 0, \text{ dengan}$$

$$\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \beta} = -2(X \otimes \Sigma_u^{-1})y + 2((X'X) \otimes \Sigma_u^{-1})\beta' + 2\delta'(ZX' \otimes \Sigma_u^{-1})$$

Fungsi $S(\beta, \delta)$ meminimum ketika $\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \beta} = 0$

$$2((X'X) \otimes \Sigma_u^{-1})\hat{\beta} = 2(X \otimes \Sigma_u^{-1})y - 2(ZX' \otimes \Sigma_u^{-1})\delta'$$

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y - (X'X)^{-1} ZX'\delta'$$

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'X(y - Z\delta')$$

- Parameter δ untuk *exogenous variables*, maka fungsi $S(\beta, \delta)$ menjadi

$$\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \delta} = 0 \text{ dengan}$$

$$\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \delta} = -2(Z \otimes \Sigma_u^{-1})y + 2(ZX' \otimes \Sigma_u^{-1})\beta + 2((Z'Z) \otimes \Sigma_u^{-1})\delta'$$

Fungsi $S(\beta, \delta)$ meminimum ketika $\frac{\partial(S(\beta, \delta))}{\partial \delta} = 0$

$$2((Z'Z) \otimes \Sigma_u^{-1})\hat{\delta} = 2(Z \otimes \Sigma_u^{-1})y - 2(ZX' \otimes \Sigma_u^{-1})\beta$$

$$\hat{\delta} = (Z'Z)^{-1} Zy - (Z'Z)^{-1} ZX'\beta$$

$$\hat{\delta} = (Z'Z)^{-1} ZZ'(y - X\beta)$$

Penggunaan model VARMAX dilakukan dengan langkah-langkah yang sama pada model VARMA.

2.7 Peramalan (*forecasting*)

Peramalan untuk model VARMA dan VARMAX dilakukan jika semua asumsi terpenuhi, peramalan ini menggunakan *one-step forecast*.

2.8 Kriteria Model Terbaik

Seleksi model terbaik *time series* didasarkan pada kriteria *out sample*.

Kriteria *out sample* yang digunakan adalah *Root Mean Square Error* (RMSE).

Ukuran RMSE adalah salah satu ukuran yang paling sering digunakan yang

besarnya didasarkan pada kuadrat *error*. RMSE menjadi populer karena memiliki relevansi secara teoritis dalam pemodelan statistik (Hyndman & Koehler, 2006).

Rumus untuk menghitung RMSE adalah

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (2.42)$$

dengan Z_t menyatakan *real value* sedangkan \hat{Z}_t menyatakan *forecast*.

2.9 Saham Negara ASEAN-5

ASEAN (*Association of South East Asian Nations*) adalah sebuah organisasi geo-politik dan ekonomi yang didirikan pada tanggal 08 Agustus 1967, yakni Malaysia, Singapura, Filipina, Indonesia, dan Thailand berkumpul di Bangkok dan sepakat meluncurkan Deklarasi ASEAN guna membentuk Perhimpunan Bangsa-bangsa Asia Tenggara (*Association of South East Asian Nation*) (Bermand, 2012). Selain itu, kerjasama ini bertujuan untuk meningkatkan potensi tawar di dunia, dan berbagi sumber daya di antara anggota di wilayah ini. Kerjasama ini telah dimulai oleh ASEAN *Free Trade Area* (AFTA) pada tahun 1993. Pada tahun 2009, ASEAN melangkah ke depan untuk ASEAN *Economic Community* (AEC) untuk membangun basis pasar dan bekerjasama untuk memperkuat wilayah tersebut (Sukcharoensin & Sukcharoensin, 2013).

Lima pasar saham yang termasuk asosiasi negara-negara Asia Tenggara terdiri dari:

a. Indonesia

Indonesia memiliki bursa efek dimana terdapat 11 jenis indeks harga saham yang terus menerus disebarluaskan melalui media cetak maupun elektronik. Namun dalam hal ini, hanya mengambil satu jenis indeks saham yaitu Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) atau disebut juga *Jakarta Composite Index* (JCI).

IHSG merupakan indeks saham yang paling sering mencatat investor ketika berinvestasi. Hal ini disebabkan daftar indeks semua saham yang tercatat di bursa efek Indonesia. Dengan gerakan saham gabungan investor indeks dapat melihat apakah kondisi pasar bergerak naik atau turun. Banyak faktor

mempengaruhi perilaku indeks pasar saham menengah termasuk pasar saham dunia. JSI dihitung oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) dan terdiri dari semua saham yang tercatat di bursa efek. Untuk memastikan bahwa IHSG selalu mencerminkan kondisi pasar yang sebenarnya, BEI memiliki hak untuk mengecualikan saham tertentu dalam proses perhitungan IHSG, yaitu pemegang nomor kepemilikan saham oleh investor publik (*free float*) yang sangat kecil, sementara nilai kapitalisasi pasarnya sangat besar (Suharsono, 2012).

b. Malaysia

Malaysia memiliki indeks saham yaitu *Kuala Lumpur Composite Index* (KLCI) adalah nilai pasar indeks tertimbang. Indeks ini merupakan salah satu yang paling banyak diikuti oleh para investor karena KLCI mewakili kinerja keseluruhan saham yang tercatat di Bursa Malaysia (KLSE). Indeks ini secara umum telah diterima sebagai barometer pasar saham lokal. KLCI yang diperkenalkan pada tahun 1986 adalah untuk melayani sebagai indikator kinerja pasar saham serta ekonomi Malaysia secara keseluruhan (Zakaria & Shamsuddin, 2012).

c. Singapura

Singapore Exchange (SGX) diresmikan pada tanggal 1 Desember 1999, setelah penggabungan dua lembaga keuangan yaitu Bursa Efek Singapura (SES) dan *Singapore International Monetary Exchange* (SIMEX). Pada tanggal 23 Nopember 2000, SGX menjadi pertukaran pertama di Asia-Pasifik untuk dicatatkan melalui penawaran umum dan *private placement*. Saham mereka adalah komponen dari indeks patokan seperti MSCI Singapura Indeks dan *Straits Times Index* (STI). *Straits Times Index* (STI) terdiri atas 30 saham yang tercatat di SGX sebagai peringkat berdasarkan kapitalisasi pasar. Hal ini secara luas dianggap sebagai indeks pasar saham Singapura, dan tujuan utamanya adalah untuk mencerminkan aktivitas perdagangan harian di bursa Singapura (Hellman, Hetting & Tarighi, 2012).

d. Thailand

Pasar saham Thailand secara resmi mulai diperdagangkan pada tanggal 30 April 1975 dan diberi nama *The Securities Exchange of Thailand*. Pada 1 Januari 1991, nama bursa secara resmi diubah menjadi *Thai Stock Exchange of*

Thailand. Indeks Bursa Efek Thailand disebut *Stock Exchange Thailand* (SET) Index. SET Index adalah indeks harga kapitalisasi tertimbang pasar komposit yang membandingkan nilai pasar saat ini (CMV) dari semua saham biasa yang terdaftar dengan nilai pasar mereka pada tanggal dasar 30 April 1975 (nilai pasar dasar atau BMV) ketika pasar saham didirikan (Sutheebanjard & Premchaiswadi, 2010).

e. Filipina

The Philippine Stock Exchange (PSE) Index didirikan pada tanggal 14 Juli tahun 1992, untuk mengantisipasi penyatuan *Manila Stock Exchange* (MSE) dan *Makati Stock Exchange* (MkSE). Pertukaran satu harga satu pasar dicapai melalui *link-up* dari dua lantai perdagangan yang ada pada tanggal 25 Maret 1994. Secara keseluruhan, ada 189 perusahaan yang terdaftar dengan kapitalisasi pasar sebesar Php1.39 triliun, volume saham yang diperdagangkan dari 704.27 miliar dan omset nilai Php364.30 miliar (Crisostomo, Padila & Visda, 2013).

Kedekatan geografis dan kesamaan karakteristik memungkinkan negara di kawasan Asia memiliki *contagion effect* (efek domino) yang sangat tinggi. Keterkaitan tersebut juga semakin meningkat dengan direalisasikannya AFTA (*ASEAN Free Trade Area*). Setelah perealisasi AFTA, ASEAN terutama ASEAN-5 mencatat pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Sebagai bagian dari ASEAN-5, IMF (*International Monetary Fund*) menyebutkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan kondisi perekonomian terkuat di antara negara-negara di ASEAN. Hal tersebut meningkatkan ketertarikan investor untuk berinvestasi di Indonesia, terutama pasca krisis *subprime mortgage* (melemahnya pasar properti perumahan). Pada periode sesudah krisis, peningkatan transaksi investor asing di IHSG terjadi setiap tahunnya. Berdasarkan Laporan Kebijakan Moneter Triwulan IV tahun 2012, dapat diketahui bahwa proporsi kepemilikan oleh investor asing mencapai 59, 15% dari total saham yang diperdagangkan di dalam negeri dengan dominasi kepemilikan oleh investor ASEAN (Octavia, 2014).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai sumber data, variabel penelitian, struktur data, dan langkah analisis.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data indeks penutupan harian tahun 2008 yang diperoleh dari *database yahoo finance* untuk lima negara ASEAN, dimana setiap negara memiliki hari libur yang berbeda, maka harga saham yang digunakan adalah harga saham sebelum libur.

3.2 Variabel Penelitian

Terdapat 5 (lima) variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. $Z_{1,t}$ = IHSG untuk Indonesia pada hari ke- t
2. $Z_{2,t}$ = KLSE untuk Malaysia pada hari ke- t
3. $Z_{3,t}$ = STI untuk Singapura pada hari ke- t
4. $Z_{4,t}$ = SET untuk Thailand pada hari ke- t
5. $Z_{5,t}$ = PSEI untuk Filipina pada hari ke- t

3.3 Struktur Data

Adapun struktur data dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3.1 Struktur Data Indeks Harga Saham Negara ASEAN-5

Waktu (t)	Variabel				
	IHSG ($Z_{1,t}$)	KLSE ($Z_{2,t}$)	STI ($Z_{3,t}$)	SET ($Z_{4,t}$)	PSEI ($Z_{5,t}$)
1	$Z_{1,1}$	$Z_{2,1}$	$Z_{3,1}$	$Z_{4,1}$	$Z_{5,1}$
2	$Z_{1,2}$	$Z_{2,2}$	$Z_{3,2}$	$Z_{4,2}$	$Z_{5,2}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
n	$Z_{1,n}$	$Z_{2,n}$	$Z_{3,n}$	$Z_{4,n}$	$Z_{5,n}$

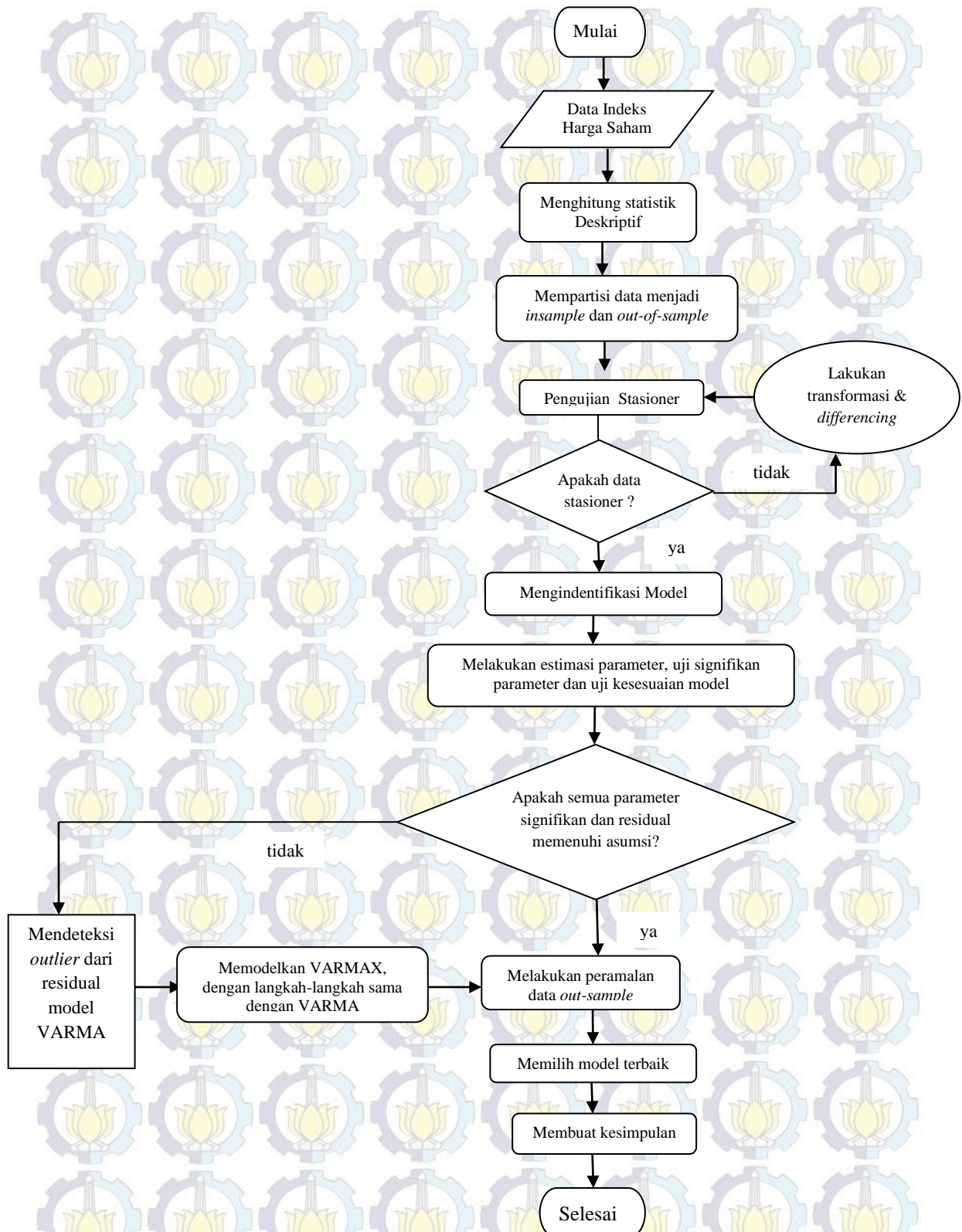
3.4 Langkah Analisis

Berikut ini langkah-langkah analisis yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian.

1. Menghitung statistik deskriptif yaitu rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan nilai minimum dari masing-masing variabel.
2. Mempartisi data dan memilih satu partisi untuk dianalisis sebagai *in-sample* dan partisi lain dijadikan *out sample*.
3. Pemodelan data harga saham Negara ASEAN-5 dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - i. Melakukan pengujian stasioneritas.
 - ii. Mengidentifikasi model menggunakan plot *Sample Correlation Matrix Function* dan plot *Partial Autoregression Matrix Function*, selain itu melihat *lag* yang memiliki nilai AIC yang paling minimum.
 - iii. Mengestimasi parameter dan uji signifikansi parameter model.
 - iv. Melakukan pemeriksaan uji kesesuaian model (uji asumsi residual bersifat *white noise* dan berdistribusi multivariat normal).
4. Mendeteksi *outlier* pada model data indeks harga saham, jika residual dari model tersebut tidak memenuhi asumsi *white noise*.
5. Memodelkan model yang memiliki variabel eksogen dengan langkah-langkah yang dilakukan sama dengan model data indeks harga saham sebelumnya.
6. Melakukan peramalan data *out sample*.
7. Memilih model terbaik dengan RMSE.
8. Membuat Kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir dari langkah analisis dalam penelitian ini adalah:



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini ditampilkan pembahasan mengenai hasil penelitian pemodelan lima harga saham negara-negara ASEAN. Harga saham Negara ASEAN-5 yaitu Indonesia (IHSG), Malaysia (KLSE), Singapura (STI), Thailand (SET) dan Filipina (PSEI).

4.1 Analisis Deskriptif Data Indeks Harga Saham

Penelitian ini menggunakan data harga saham penutupan harian tahun 2008 yang diperoleh dari *database yahoo finance*. Hasil analisis statistika deskriptif dari lima data saham ditampilkan dalam Tabel 4.1

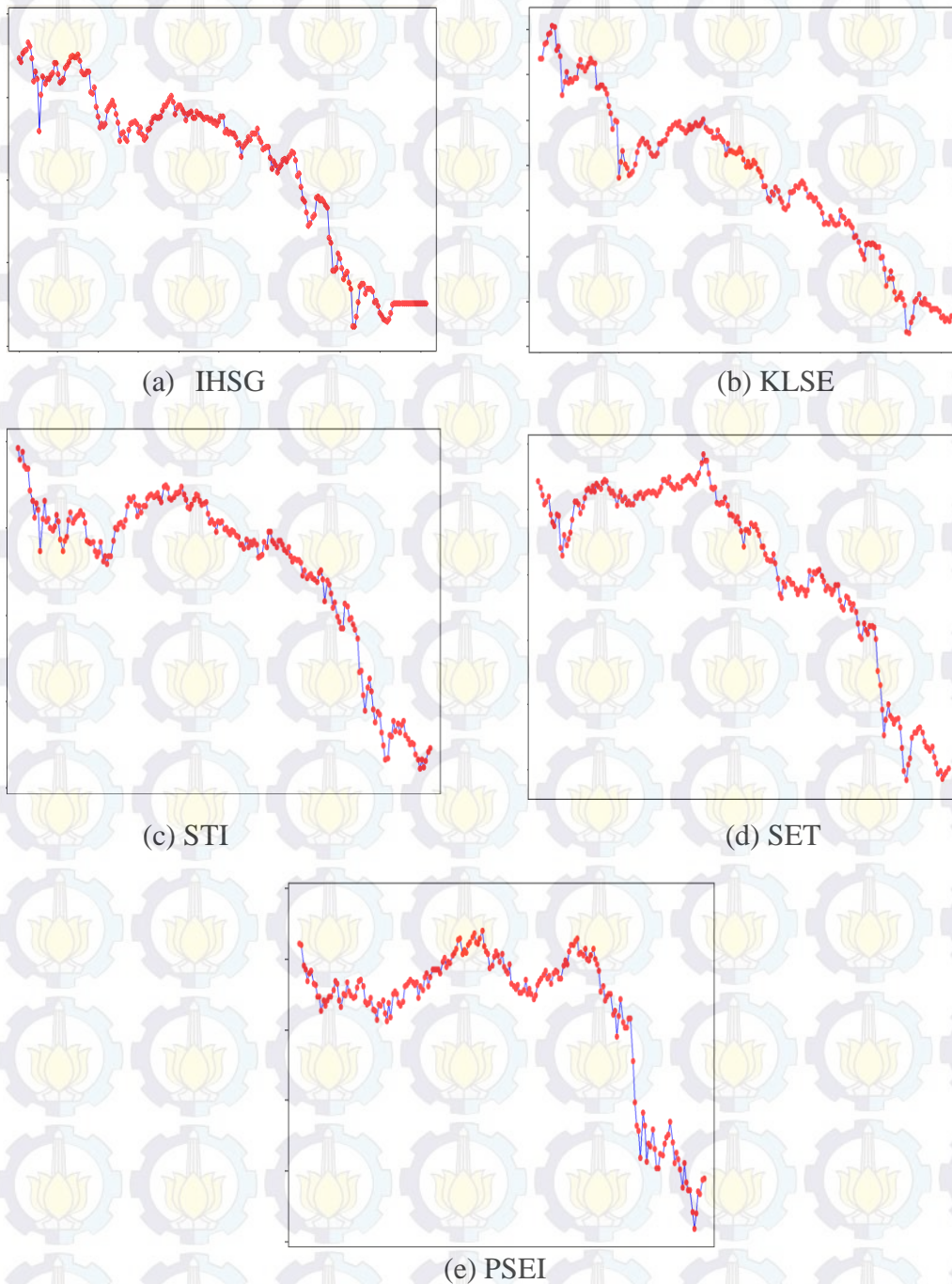
Tabel 4.1 Statiska Deskriptif Data Indeks Harga Saham

Variabel	Jumlah Data	Minimum	Maximum	Mean	Std, Deviation
IHSG	205	1111,39	2830,26	2169,69	453,31
KLSE	205	829,41	1507,04	1171,35	170,32
STI	205	1613,95	3461,22	2764,94	476,33
SET	205	384,15	884,19	709,94	141,18
PSEI	205	516,56	939,92	825,90	103,88

Sumber: Olahan SPSS

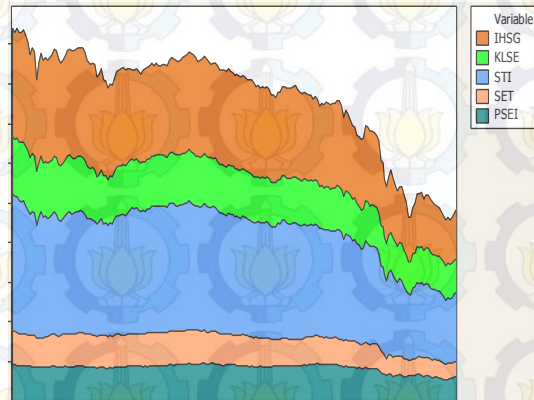
Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dikatakan bahwa indeks harga saham yang memiliki rata-rata harga saham tertinggi dari lima variabel tersebut adalah STI dengan nilai rata-rata 2764,94, dimana harga saham tertinggi 3461,22 pada tanggal 02 Januari 2015 dan terendah 1613,95 pada tanggal 25 November 2008. Sedangkan nilai rata-rata terendah adalah SET dengan nilai rata-rata 709,94, dimana harga saham tertinggi 884,19 pada tanggal 21 Mei 2008 dan terendah 384,15 pada tanggal 29 Oktober 2008. Nilai rata-rata merupakan salah satu pengukuran pemusatan data. Ukuran penyebaran data, selain melalui nilai maksimum dan minimum, juga bisa dilihat melalui standar deviasi. Nilai standar deviasi menunjukkan tingkat keragaman data harga saham di masing-masing variabel tersebut. Standar deviasi berbanding lurus dengan nilai varians, karena standar deviasi merupakan hasil akar kuadrat dari varians. Nilai-nilai standar

deviasi menunjukkan bahwa tingkat keragaman data indeks harga saham harian ke lima variabel tidak terlalu tinggi, dengan tingkat keragaman yang dihasilkan oleh data indeks harga saham yang tertinggi adalah STI yaitu 476,33 dan terendah adalah PSEI yaitu 103,88. Grafik pergerakan data harga saham harian pada lima variabel ini ditampilkan dalam bentuk plot *time series* seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Plot *Time Series* Data Indeks Harga Saham

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa plot *time series* memiliki fluktuasi yang besar dan ini menunjukkan bahwa data *time series* belum *stasioner*. Selanjutnya untuk melihat *trend* dari lima variabel dapat dilihat melalui *area graph* berikut



Gambar 4.2 Area Graph Data Indeks Harga Saham

Area Graph dapat digunakan untuk mengevaluasi *trend* pada univariat maupun multivariat *time series*. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa masing-masing variabel indeks harga saham tersebut memiliki *trend* yang sama.

4.2 Partisi Data Indeks Harga Saham

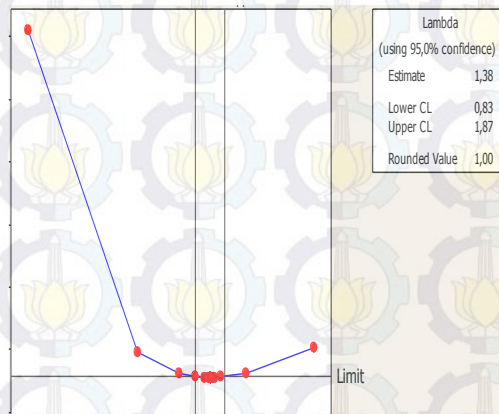
Sebelum melakukan pemodelan data harga saham pada lima negara ASEAN, data harga saham tersebut dipartisi menjadi data *in sample* dan *out sample* dengan tujuan untuk memudahkan analisis. Data yang digunakan dari lima variabel yaitu 223 dan memilih satu partisi yang di jadikan *in sample* yaitu 205 data untuk di analisis, sementara 18 data dijadikan *out sample* untuk akurasi peramalan dari analisis data *in sample* tersebut.

4.3 Pemodelan Data Indeks Harga Saham

Melalui pemodelan ini dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Pemodelan data harga saham Negara ASEAN ini menggunakan analisis multivariat *time series* yaitu VARMA dan VARMAX. Jika model VARMA tidak memenuhi asumsi *white noise*, maka digunakan diagram kontrol untuk mengontrol residual dari model tersebut, jika ada *outlier* maka di buatkan model baru yaitu VARMAX. Untuk lebih jelasnya dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut

a. Identifikasi Model

Langkah awal yang dilakukan adalah identifikasi model, identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah memenuhi asumsi stasioner dalam varians terhadap data saham. Berdasarkan plot *time series* pada Gambar 4.1 dan *trend* pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa data indeks harga saham belum stasioner dalam mean dan varians. Untuk mengetahui bahwa data indeks harga saham tersebut sudah stasioner dalam varians maka dapat dilihat melalui *box cox transformation* pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Box Cox transformation IHSG

Rounded value yang dihasilkan pada *Box Cox transformation* adalah 1 dengan batas atas 1.37 dan batas bawah 0.35. Nilai mutlak *Rounded value* lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa data sudah stasioner dalam varians. Melalui Gambar 4.3 dibuktikan bahwa data IHSG sudah stasioner dalam varians. Dengan menggunakan cara yang sama, dilakukan deteksi stasioner pada keempat variabel lainnya. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa semua *series* pada indeks harga saham sudah stasioner dalam varians.

Tabel 4.2 Transformsasi Box Cox pada KLSE, STI, SET dan PSEI

Variabel	Rounded Value	LCL	UCL
KLSE	0,5	1,57	-0,21
STI	2	2,37	1,06
SET	2	2,47	1,27
PSEI	3	4,31	2,44

Sumber: Olahan Minitab

Pada variabel KLSE, *rounded value* sebesar 0,50 memiliki batas atas dan bawah melewati angka 1. Nilai batas dan bawah yang telah melewati angka mengindikasikan bahwa data sudah stasioner dalam varians. Selanjutnya untuk mengetahui apakah data sudah stasioner dalam mean maka prosedur dari Dickey Fuller menggunakan bentuk Z_t merupakan *random walk*:

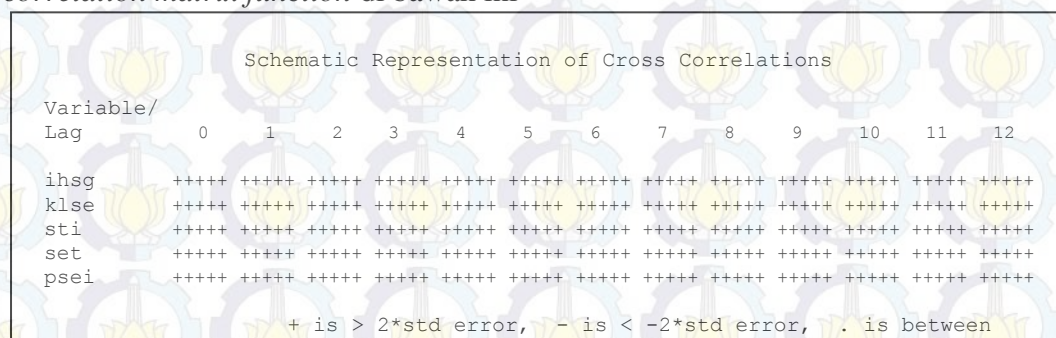
$$\Delta Z_t = \rho Z_{t-1} + a_t$$

Tabel 4.3 Uji *Dickey Fuller* Data Indeks Harga Saham Sebelum *Differencing*

Variabel	Dickey Fuller	<i>p-value</i>
IHSG	-0,29	0,9405
KLSE	-0,76	0,9065
STI	0,14	0,9634
SET	-0,55	0,9821
PSEI	-0,06	0,9537

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai-nilai diambil dari *single mean* masing-masing variabel karena pada *zero mean* menunjukkan mean yang bernilai nol dan *trend* dari lima indeks harga saham tersebut tidak monoton serta *p-value* lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data indeks harga saham lima variabel belum stasioner dalam mean. Selain itu, data indeks harga saham yang belum stasioner dalam mean dapat dilihat plot *sample cross correlation matrix function* di bawah ini



Gambar 4.4 Plot *Sample Correlation Matrix Function* Data Indeks Harga Sebelum *Differencing*

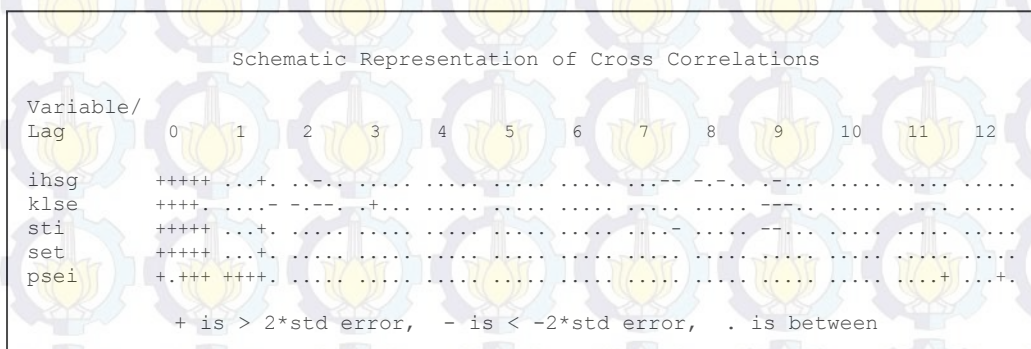
Berdasarkan Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa tanda (+) bermunculan di semua lag, hal ini juga menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam varians, oleh karena itu dilakukan *differencing* pada lima variabel data indeks saham tersebut. Untuk lebih jelasnya data dilihat pada tabel uji Dickey Fuller setelah *differencing*

Tabel 4.4 Uji *Dickey Fuller* Data Indeks Harga Saham Setelah *Differencing*

Variabel	Dickey Fuller	<i>p-value</i>
IHSG	-216,26	0,0001
KLSE	-259,09	0,0001
STI	-268,20	0,0001
SET	-194,17	0,0001
PSEI	-235,95	0,0001

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa lima variabel indeks harga tersebut memiliki *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data indeks harga saham lima variabel belum stasioner dalam mean. Selain itu, data indeks harga saham yang sudah stasioner dalam mean juga dapat dilihat plot *sample cross correlation matrix function* di bawah ini

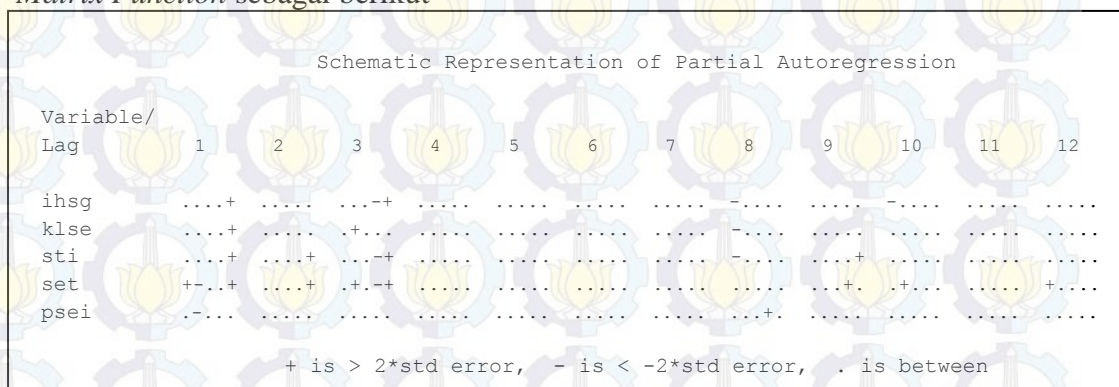


Gambar 4.5 Plot *Sample Correlation Matrix Function* Data Indeks Harga Saham Setelah *Differencing*

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa banyaknya tanda (+) yang muncul secara bersamaan dalam plot *Sample Correlation Matrix Function* signifikan di lag 0 dan tidak tersebar di semua lag. Tanda (+) menotasikan nilai yang kurang dari 2 kali standar error dengan pengamatan 205 data yang dapat dihitung

$$\begin{aligned}
2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= 2 \times \sqrt{\frac{1}{205-1}} \\
&= 2 \times \sqrt{0,0049} \\
&= 2 \times 0,07 \\
&= 0,14
\end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa tanda (+) tersebut berada kurang dari 0,14 yang artinya terdapat hubungan korelasi antara masing-masing variabel dengan variabel yang ditunjukkan pada lag. Selanjutnya dapat dilihat pada plot *Partial Autoregression Matrix Function* sebagai berikut



Gambar 4.6 Plot *Partial Autoregression Matrix Function* Data Indeks Harga Saham Setelah *Differencing*

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa titik mempunyai nilai yang berada di antara ± 2 kali standar error dengan pengamatan 205 data yang dapat dihitung

$$\begin{aligned}
\pm 2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= \pm 2 \times \sqrt{\frac{1}{205-1}} \\
&= \pm 2 \times \sqrt{0,0049} \\
&= \pm 2 \times 0,07 \\
&= \pm 0,14
\end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa titik tersebut berada diantara $\pm 0,14$ yang artinya tidak terdapat hubungan korelasi antara masing-masing variabel dengan variabel yang ditunjukkan pada lag. Banyaknya tanda titik yang muncul secara bersamaan pada plot *Partial Autoregression Matrix Function* signifikan di lag pertama. Dari plot *Sample Correlation Matrix Function* dan plot *Partial Autoregression Matrix Function* mengindikasikan bahwa model dari data lima indeks harga saham ini adalah model *nonstationary* VARMA karena adanya faktor *integrated* yaitu

differencing 1 untuk menstasionerkan data atau dapat ditulis menjadi VARIMA (1,1,0). Pemilihan orde ini juga dapat melalui informasi AIC terkecil pada *minimum information criterion*

Tabel 4.5 *Minimum Information Criterion* Data Indeks Harga Saham

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	30,7183	30,5629	30,6235	30,6756	30,7916	30,9924
AR 1	30,4136	30,6302	30,6772	30,7335	30,8923	31,1539
AR 2	30,4990	30,7020	30,8649	30,9227	31,0771	31,3298
AR 3	30,4901	30,6727	30,8881	31,0666	31,2485	31,4847
AR 4	30,7062	30,9014	31,0744	31,2879	31,5156	31,7256
AR 5	30,9243	31,0913	31,2718	31,4901	31,7129	31,9815

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa pada AR (1), MA (0) merupakan nilai AIC terkecil. Hal ini mendukung model dugaan yang diperoleh adalah VARIMA (1,1,0). Hasil estimasi parameter dari model VARIMA (1,1,0) menunjukkan bahwa model tersebut memiliki 36 parameter. Akan tetapi, jika dilihat dari *p-value* masing-masing parameter ini dapat diketahui bahwa ternyata tidak semua parameter memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model.

Untuk mengatasi adanya variabel-variabel yang tidak signifikan pada model ini maka dilakukan *restrict* terhadap variabel-variabel tersebut. Perintah *restrict* dilakukan terhadap satu demi satu parameter yang tidak signifikan secara bertahap, dimulai dari variabel dengan *p-value* tertinggi, hingga semua variabel yang tidak di-*restrict* menunjukkan *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Jika *p-value* dari masing-masing variabel sudah lebih kecil dari nilai α maka dapat dikatakan bahwa variabel-variabel tersebut sudah signifikan terhadap model.

b. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi

Hasil estimasi parameter model VARIMA (1,1,0) setelah dilakukan *restrict* ditampilkan dalam Tabel 4.6 yang menunjukkan bahwa terdapat 5 parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap model. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 4.6 Hasil Estimasi Parameter Model VARIMA (1,1,0)

Variabel Input	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>	Variabel Ouput
IHSG ($Z_{1,t}$)	ϕ_{115}	0,91	0,0001	$Z_{5,t-1}$
KLSE ($Z_{2,t}$)	ϕ_{125}	0,31	0,0001	$Z_{5,t-1}$
STI ($Z_{3,t}$)	ϕ_{135}	1,24	0,0001	$Z_{5,t-1}$
SET ($Z_{4,t}$)	ϕ_{141}	0,05	0,0001	$Z_{1,t-1}$
	ϕ_{145}	0,25	0,0001	$Z_{5,t-1}$
PSEI ($Z_{5,t}$)	-	-	-	-

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dikatakan bahwa data lima variabel indeks harga saham sudah signifikan karena nilai *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Selain itu, dapat diketahui bahwa PSEI tidak dipengaruhi oleh indeks harga saham lain, tetapi mempengaruhi IHSG, KLSE, STI, dan SET, dimana SET juga dipengaruhi oleh IHSG. Semua korelasi lima data indeks harga saham tersebut terjadi pada periode (t-1). Untuk keperluan penyusunan model, nilai-nilai koefisien parameter ini selanjutnya diubah ke dalam bentuk matriks.

Matriks-matriks koefisien dari model VARIMA (1,1,0) adalah sebagai berikut

$$\hat{\Phi}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,91 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,31 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,24 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, model VARIMA (1,1,0) dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematis berikut

- Untuk IHSG

$$Z_{1,t} = Z_{1,t-1} + 0,91Z_{5,t-1} - 0,91Z_{5,t-2} + a_{1,t}$$

- Untuk KLSE

$$Z_{2,t} = Z_{2,t-1} + 0,31Z_{5,t-1} - 0,31Z_{5,t-2} + a_{2,t}$$

- Untuk STI

$$Z_{3,t} = Z_{3,t-1} + 1,24Z_{5,t-1} - 1,24Z_{5,t-2} + a_{3,t}$$

- Untuk SET

$$Z_{4,t} = Z_{4,t-1} + 0,05Z_{1,t-1} - 0,05Z_{1,t-2} + 0,25Z_{5,t-1} - 0,25Z_{5,t-2} + a_{4,t}$$

- Untuk PSEI

$$Z_{5,t} = Z_{5,t-1} + a_{5,t}$$

c. Uji Kesesuaian Model

Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pengujian *white noise* dan distribusi multivariat normal pada residual.

i. Uji Portmanteau

Uji portmanteau bertujuan untuk melihat apakah residual sudah identik dan independen, pengujian tersebut dinamakan pengujian *white noise*. Dalam pemodelan multivariat *time series*, pengujian asumsi *white noise* pada residual dapat dilakukan dengan melihat nilai *portmanteau test* bahwa hingga lag ke-12 *p-value* lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$), yang berarti residual sudah *white noise*. Hasil *Portmanteu test* disajikan dalam Tabel 4.7 sebagai berikut

Tabel 4.7 Hasil *Portmanteau Test* VARIMA (1,1, 0)

Lag	p-value	Lag	p-value	Lag	p-value
2	0,0097	6	0,0789	10	0,0572
3	0,0040	7	0,0282	11	0,0897
4	0,0159	8	0,0265	12	0,0322
5	0,0866	9	0,0447		

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa ada beberapa lag yang masih memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa data lima variabel indeks harga saham tersebut tidak memenuhi asumsi *white noise*.

ii. Uji Asumsi Distribusi Multivariat Normal

Pengujian distribusi multivariat normal adalah menguji residual apakah mengikuti distribusi multivariat normal. Penarikan kesimpulan dari uji asumsi

multivariat normal dilakukan dengan uji Shapiro Wilk dan cara visual melalui plot residual yang terbentuk.



Gambar 4.7 QQ Plot Residual VARIMA (1,1,0)

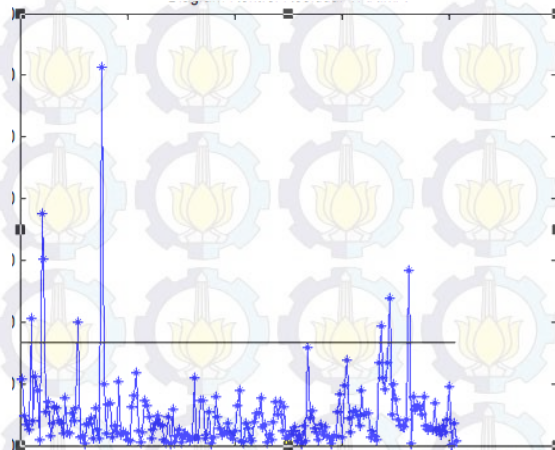
Berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa data residual dari model tidak mengikuti asumsi distribusi multivariat normal karena memiliki p -value lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$) yaitu $1,233 \times 10^{-14}$

Model VARIMA (1,1,0) tidak dapat digunakan untuk meramalkan dan mengetahui keterkaitan antar indeks harga saham negara ASEAN, karena tidak memenuhi asumsi *white noise* dan distribusi multivariat normal. Untuk itu diperlukan suatu cara untuk mendeteksi apakah dalam model tersebut terdapat *outlier* atau tidak.

4.4 Deteksi *Outlier*

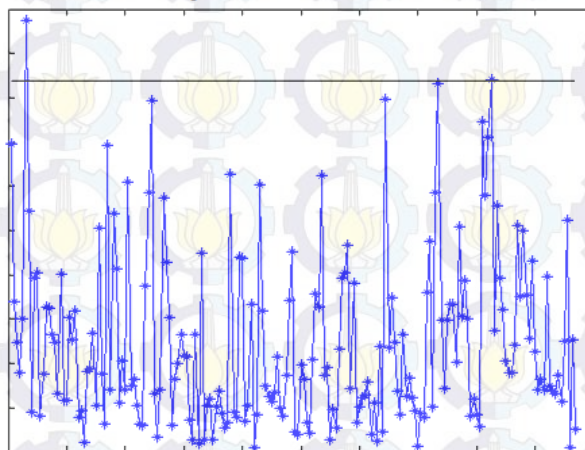
Pada model VARIMA (1,1,0) asumsi *white noise* dan distribusi multivariat normal tidak terpenuhi, oleh karena itu diperlukan diagram kontrol untuk mendeteksi apakah ada *outlier* atau tidak. Deteksi *outlier* menggunakan prosedur *iterative*, pada tahap 1 dilakukan pemodelan terhadap data dengan asumsi awal tidak ada *outlier* dan menghitung residual model yang telah diestimasi sebagaimana yang telah dilakukan pada langkah sebelumnya. Selanjutnya pada tahap 2 mendeteksi *outlier* berdasarkan diagram kontrol residual yang dihitung dengan statistik T^2 Hotelling. Residual yang *outlier* dibuang hingga diperoleh

kondisi *in control* dengan iterasi 3 kali. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar berikut.



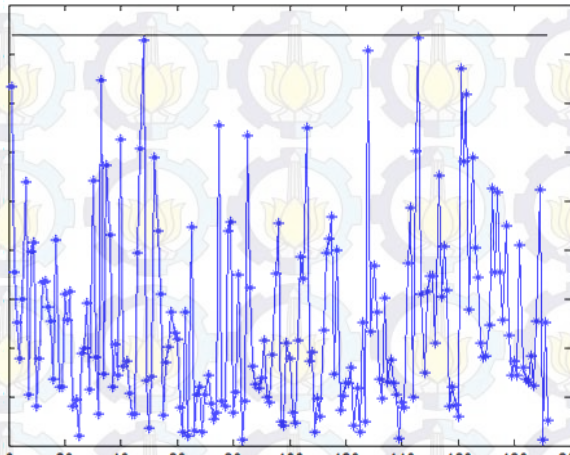
Gambar 4.8 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Pertama

Berdasarkan Gambar 4.8 diperoleh diagram kontrol residual pada model VARIMA (1, 1, 0) iterasi pertama mendeteksi adanya 8 sinyal *out of control* yaitu 7,12,13,29,40,170,174,183.



Gambar 4.9 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Kedua

Berdasarkan Gambar 4.9 diperoleh diagram kontrol residual pada model VARIMA (1,1,0) iterasi kedua mendeteksi adanya 2 sinyal *out of control* yaitu 8,167.



Gambar 4.10 Diagram Kontrol Residual VARIMA (1,1,0) Pada Kondisi Iterasi Ketiga

Berdasarkan Gambar 4.10 diperoleh diagram kontrol residual pada model VARIMA (1,1,0) iterasi ketiga sudah dalam kondisi *in control*. Residual *out of control* ini termasuk AO karena tidak mempengaruhi pengamatan sebelum dan sesudahnya. Untuk lebih jelasnya maka residual *out of control* ini dibentuk menjadi variabel *dummy* sebagai berikut

Tabel 4.8 Variabel *dummy* model VARIMA (1,1,0)

Residual ke-	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
174	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Sumber: Olahan Matlab

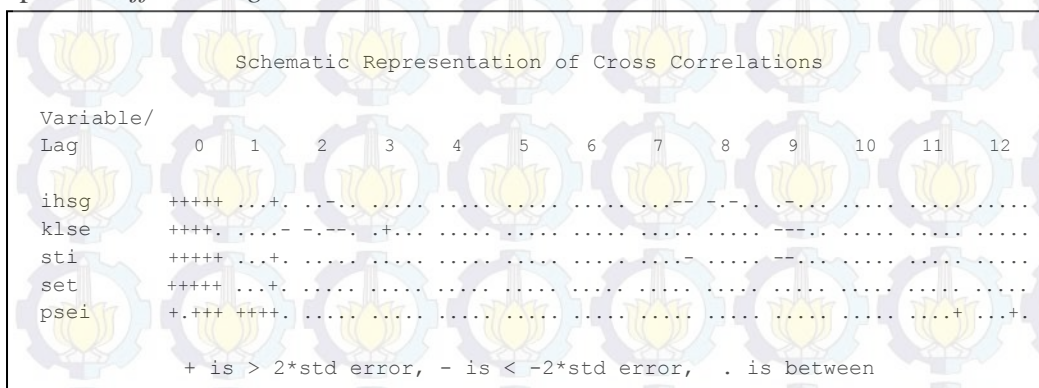
Variabel *dummy* telah diperoleh berdasarkan Tabel 4.8, selanjutnya di buatkan model baru untuk mendapatkan model data indeks harga saham yang sesuai. Model yang akan dibuat adalah model dengan variabel data lima variabel indeks harga saham dan variabel *dummy*.

4.5 Pemodelan Data Indeks Harga Saham dengan Variabel Eksogen

Pemodelan data indeks harga saham dengan variabel eksogen, di mana variabel eksogen ini adalah variabel *dummy* yang merupakan *out of control* dari diagram kontrol residual. Model diperoleh setelah dilakukan langkah-langkah berikut

a. Identifikasi Model

Identifikasi model pada data harga saham dengan variabel eksogen dilakukan secara visual dengan memperhatikan plot *Sample Correlation Matrix Function* dan plot *Partial Autoregression Matrix Function* yang telah dilakukan proses *differencing*.

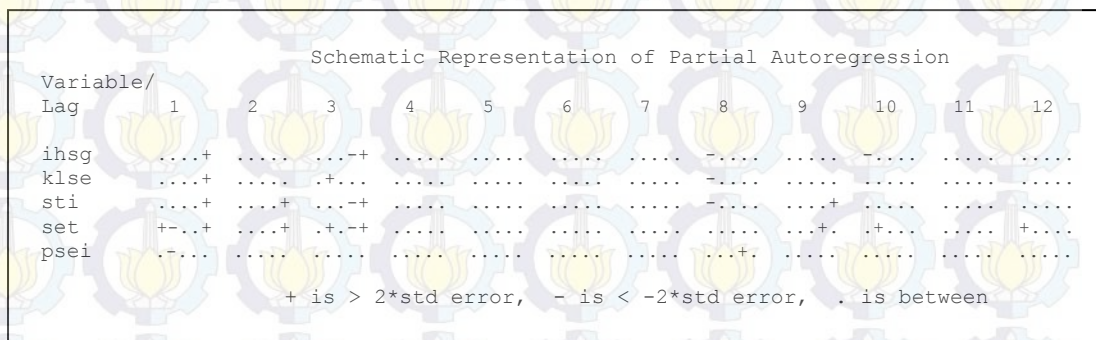


Gambar 4.11 Plot *Sample Correlation Matrix Function* Data Indeks Harga Saham dengan Variabel *dummy* Setelah *Differencing*

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa tanda (+) menotasikan nilai yang kurang dari 2 kali standar error dengan pengamatan 205 data yang dapat dihitung

$$\begin{aligned}
 2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= 2 \times \sqrt{\frac{1}{205-1}} \\
 &= 2 \times \sqrt{0,0049} \\
 &= 2 \times 0,07 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa tanda (+) tersebut berada kurang dari 0,14 yang artinya terdapat hubungan korelasi positif. Banyaknya tanda (+) yang muncul secara bersamaan dalam plot *Sample Correlation Matrix Function* signifikan di lag 0. Selanjutnya dapat dilihat pada plot *Partial Autoregression Matrix Function* juga harus diperhatikan. Untuk lebih jelasnya Plot *Partial Autoregression Matrix Function* ditampilkan sebagai berikut



Gambar 4.12 Plot *Partial Autoregression Matrix Function* Data Indeks Harga Saham dengan variabel *dummy* Setelah *Differencing*

Dari Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa titik mempunyai nilai yang berada di antara ± 2 kali standar error dengan pengamatan 205 data yang dapat dihitung

$$\begin{aligned}
 \pm 2 \times SE(\rho_{ij}(1)) &= \pm 2 \times \sqrt{\frac{1}{205-1}} \\
 &= \pm 2 \times \sqrt{0,0049} \\
 &= \pm 2 \times 0,07 \\
 &= \pm 0,14
 \end{aligned}$$

dapat dikatakan bahwa titik tersebut berada diantara $\pm 0,14$ yang artinya tidak terdapat hubungan korelasi. Banyaknya tanda titik yang muncul secara bersamaan pada plot *Partial Autoregression Matrix Function* signifikan di lag pertama. Dari plot *Sample Correlation Matrix Function* dan plot *Partial Autoregression Matrix Function* mengindikasikan bahwa model dari data lima indeks harga saham adalah VARIMAX (1,1,0) karena adanya variabel *dummy* yang merupakan variabel eksogen serta adanya faktor *integrated* yaitu *differencing*. Pemilihan orde ini juga dapat melalui informasi AIC terkecil pada *minimum information criterion*.

Tabel 4.9 *Minimum Information Criterion* Data Indeks Harga Saham dengan variabel *dummy*

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	29,7777	29,6842	29,8476	29,9136	30,0229	30,3067
AR 1	29,4997	29,7020	29,8658	29,9808	30,1916	30,4723
AR 2	29,5881	29,8323	29,9951	30,1905	30,4121	30,3405
AR 3	29,5694	29,8405	30,0290	30,2055	30,4372	30,6376
AR 4	29,8015	30,0791	30,2346	30,4358	30,6710	30,9811
AR 5	30,0604	30,2681	30,4674	30,5719	30,8901	31,2909

Sumber : Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa pada AR (1), MA (0) merupakan nilai AIC terkecil. Hal ini mendukung model dugaan yang diperoleh adalah VARIMAX (1,1,0). Hasil estimasi parameter dari model VARIMAX (1,1,0) menunjukkan bahwa model tersebut memiliki 105 parameter. Akan tetapi, jika dilihat dari *p-value* masing-masing parameter ini dapat diketahui bahwa ternyata tidak semua parameter memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model.

Untuk mengatasi adanya variabel-variabel yang tidak signifikan pada model ini maka dilakukan *restrict* terhadap variabel-variabel tersebut. Perintah *restrict* dilakukan terhadap satu demi satu parameter yang tidak signifikan secara bertahap, dimulai dari variabel dengan *p-value* tertinggi, hingga semua variabel yang tidak di-*restrict* menunjukkan *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Jika *p-value* dari masing-masing variabel sudah lebih kecil dari nilai α maka dapat dikatakan bahwa variabel-variabel tersebut sudah signifikan terhadap model.

b. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi

Hasil estimasi parameter model VARIMAX (1,1,0) setelah dilakukan *restrict* ditampilkan dalam Tabel 4.10 yang menunjukkan bahwa terdapat 30 parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap model seperti pada Tabel berikut

Tabel 4.10 Hasil Estimasi Parameter VARIMAX (1,1,0)

Variabel Input	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>	Variabel Output
IHSG ($Z_{1,t}$)	δ_{012}	-307,32	0,0001	$x_{3,t}$
	δ_{014}	112,12	0,0008	$x_{6,t}$
	δ_{016}	-126,99	0,0006	$x_{8,t}$
	δ_{018}	-223,79	0,0001	$x_{10,t}$
	δ_{112}	233,58	0,0001	$x_{3,t-1}$
	ϕ_{115}	0,85	0,0001	$Z_{5,t-1}$
KLSE ($Z_{2,t}$)	δ_{022}	-82,64	0,0001	$x_{3,t-1}$
	δ_{023}	-57,25	0,0001	$x_{5,t}$
	δ_{024}	-116,42	0,0001	$x_{6,t}$
	δ_{028}	-60,74	0,0001	$x_{10,t}$
	δ_{112}	-34,08	0,0026	$x_{3,t-1}$
	δ_{124}	29,65	0,0026	$x_{6,t-1}$
STI ($Z_{3,t}$)	ϕ_{125}	0,32	0,0001	$Z_{5,t-1}$
	δ_{031}	-147,78	0,0001	$x_{1,t}$
	δ_{032}	-217,30	0,0001	$x_{3,t}$
	δ_{036}	-104,34	0,0091	$x_8(t)$
	δ_{037}	-119,54	0,0009	$x_{9,t}$
	δ_{038}	-97,58	0,0264	$x_{10,t}$
	δ_{132}	197,20	0,0001	$x_{3,t}$
	ϕ_{135}	1,34	0,0001	$Z_{5,t-1}$
	δ_{041}	-36,78	0,0002	$x_{1,t}$

SET ($Z_{4,t}$)	δ_{042}	-42,70	0,0001	$x_{3,t}$
	δ_{046}	-32,24	0,0019	$x_{8,t}$
	δ_{047}	22,64	0,0234	$x_{9,t}$
	δ_{048}	-37,25	0,0006	$x_{10,t}$
	ϕ_{141}	0,03	0,0089	$Z_{1,t-1}$
	ϕ_{145}	0,25	0,0001	$Z_{5,t-1}$
PSEI ($Z_{5,t}$)	δ_{056}	-57,38	0,0003	$x_{8,t}$
	δ_{057}	60,88	0,0001	$x_{9,t}$
	δ_{156}	-38,90	0,0086	$x_{8,t-1}$

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dikatakan bahwa data lima variabel indeks harga saham dengan variabel *dummy* sudah signifikan karena nilai *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$). Selain itu, dapat diketahui bahwa PSEI tidak dipengaruhi oleh indeks harga saham lain tetapi mempengaruhi IHSG, KLSE, STI, SET, di mana SET juga dipengaruhi oleh IHSG. Semua korelasi lima data indeks harga saham tersebut terjadi pada periode (t-1). Selain itu, IHSG dipengaruhi oleh variabel *dummy* (x_3, x_6, x_8, x_{10}) pada periode (t) dan (x_3) pada periode (t-1), KLSE dipengaruhi oleh variabel *dummy* (x_3, x_5, x_6, x_{10}) pada periode (t) dan (x_3, x_6) pada periode (t-1), STI dipengaruhi oleh variabel *dummy* ($x_1, x_3, x_8, x_9, x_{10}$) pada periode (t) dan (x_3) pada periode (t-1), SET dipengaruhi oleh variabel *dummy* ($x_1, x_3, x_8, x_9, x_{10}$) pada periode (t) dan PSEI dipengaruhi oleh variabel *dummy* (x_8, x_9) pada periode (t) dan (x_8) pada periode (t-1). Untuk keperluan penyusunan model, nilai-nilai koefisien parameter ini selanjutnya diubah ke dalam bentuk matriks. Matriks-matriks koefisien dari model VARIMAX (1,1,0) adalah sebagai berikut

$$\hat{\Phi}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,32 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,34 \\ 0,03 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\delta}_t = \begin{bmatrix} 0 & -307,32 & 0 & -112,12 & 0 & -126,99 & 0 & -223,58 & 0 & 0 \\ 0 & -82,64 & 57,25 & -116,42 & 0 & 0 & 0 & -60,74 & 0 & 0 \\ -147,78 & -217,30 & 0 & 0 & 0 & -104,34 & 119,54 & -97,58 & 0 & 0 \\ -36,78 & -42,70 & 0 & 0 & 0 & -32,24 & 22,63 & -37,24 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -57,38 & 60,88 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\delta}_{t-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 233,58 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 34,08 & 0 & 0 & 29,65 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 197,20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -38,90 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, model VARIMAX (1,1,0) dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematis berikut

- Untuk IHSG

$$Z_{1,t} = -307,32x_{3,t} - 112,12x_{6,t} - 126,99x_{8,t} - 223,58x_{10,t} + 199,17x_{3,t-1} + Z_{1,t-1} + 0,85Z_{5,t-1} - 0,85Z_{5,t-2} + a_{1,t}$$

- Untuk KLSE

$$Z_{2,t} = -82,64x_{3,t} - 57,25x_{5,t} - 116,42x_{6,t} - 60,74x_{10,t} + 10,99x_{3,t-1} + 9,56x_{6,t-1} + Z_{2,t-1} + 0,32Z_{5,t-1} - 0,32Z_{5,t-2} + a_{2,t}$$

- Untuk STI

$$Z_{3,t} = -147,78x_{1,t} - 217,30x_{3,t} - 104,34x_{8,t} + 119,54x_{9,t} - 97,58x_{10,t} + 264,86x_{3,t-1} + Z_{3,t-1} + 1,34Z_{5,t-1} - 1,34Z_{5,t-2} + a_{3,t}$$

- Untuk SET

$$Z_{4,t} = -36,84x_{1,t} - 42,70x_{3,t} - 32,24x_{8,t} + 22,63x_{9,t} - 37,25x_{10,t} + Z_{4,t-1} + 0,03Z_{1,t-1} - 0,03Z_{1,t-2} + 0,25Z_{5,t-1} - 0,25Z_{5,t-2} + a_{4,t}$$

- Untuk PSEI

$$Z_{5,t} = Z_{5,t-1} - 57,38x_{8,t} + 60,88x_{9,t} + a_{5,t}$$

c. Uji Kesesuaian Model

Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pengujian *white noise* dan distribusi multivariat normal pada residual.

i. Uji Portmanteau

Uji portmanteau bertujuan untuk melihat apakah residual sudah identik dan independen, pengujian tersebut dinamakan pengujian *white noise*. Dalam pemodelan multivariat *time series*, pengujian asumsi *white noise* pada residual dapat dilakukan dengan melihat nilai *portmanteau test* bahwa hingga lag ke-12 nilai *p-value* lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$), yang berarti residual sudah *white noise*. Nilai *Portmanteu test* disajikan dalam Tabel sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil *Portmanteau Test* VARIMAX (1,1,0)

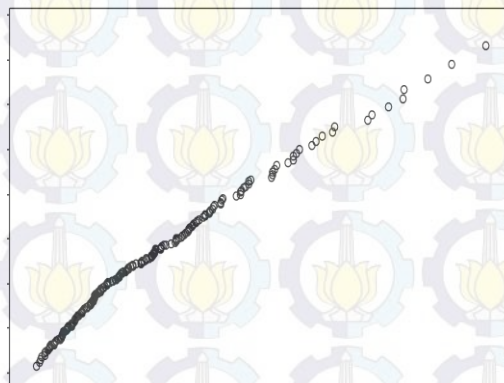
Lag	<i>p-value</i>	Lag	<i>p-value</i>	Lag	<i>p-value</i>
2	0,2460	6	0,2246	10	0,1500
3	0,1550	7	0,1814	11	0,3002
4	0,2575	8	0,2538	12	0,2584
5	0,5111	9	0,3525		

Sumber: Olahan SAS

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa hingga lag ke-12 memiliki nilai, hal ini *p-value* lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa data lima variabel indeks harga saham tersebut sudah memenuhi asumsi *white noise*.

ii. Uji Asumsi Distribusi Multivariat Normal

Pengujian distribusi multivariat normal adalah menguji residual apakah mengikuti distribusi multivariat normal. Penarikan kesimpulan dari uji asumsi multivariat normal dilakukan dengan uji Shapiro Wilk dan cara visual melalui plot residual yang terbentuk.



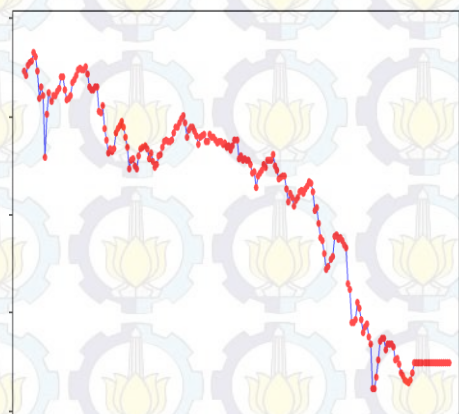
Gambar 4.13 QQ Plot Residual VARIMAX (1,1, 0)

Berdasarkan Gambar 4.13 diketahui bahwa plot cenderung membentuk garis lurus diagonal yang berarti data residual dari model sudah mengikuti distribusi multivariat normal karena memiliki p -value lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$) yaitu 0,556098.

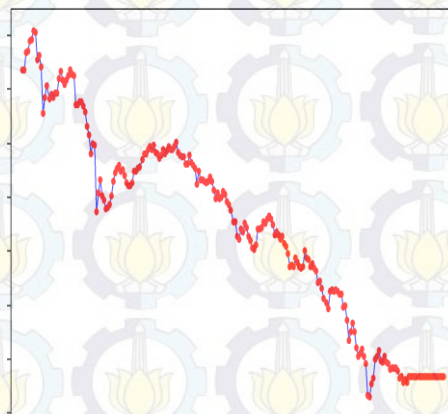
Model VARIMAX (1,1,0) dapat digunakan untuk meramalkan dan mengetahui keterkaitan antar indeks harga saham lima negara ASEAN, karena sudah memenuhi asumsi *white noise* dan asumsi multivariat normal.

4.6 Ramalan Data Indeks Harga Saham

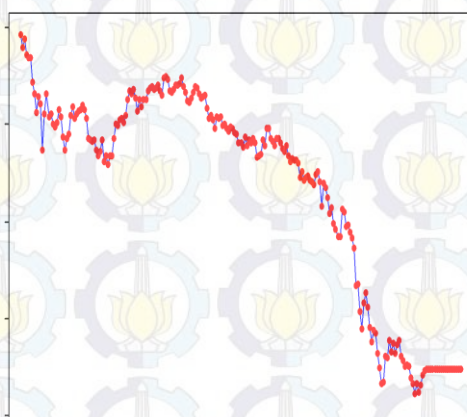
Langkah selanjutnya melakukan peramalan, peramalan dilakukan dengan menggunakan model VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0) pada data *in sample* dan *out sample*. Untuk lebih jelasnya plot data *in sample* hasil ramalan VARIMA (1,1,0) dapat di lihat pada Gambar di bawah ini



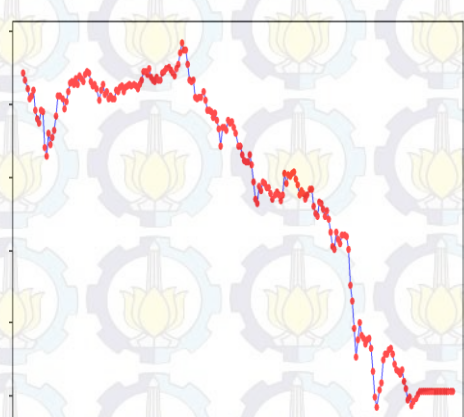
(a) IHSN



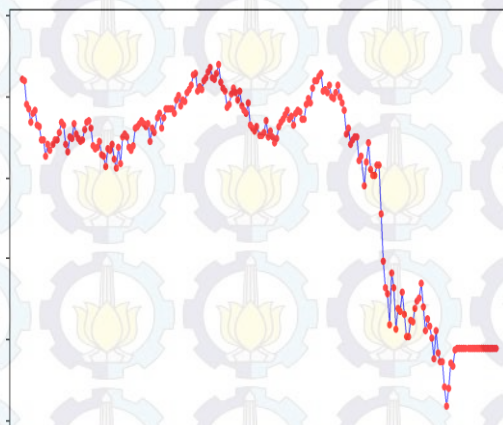
(b) KLSN



(c) STN



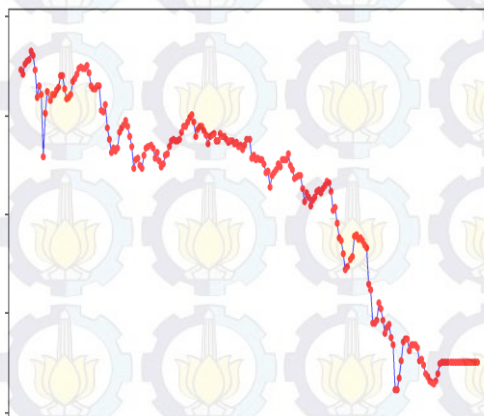
(d) SET



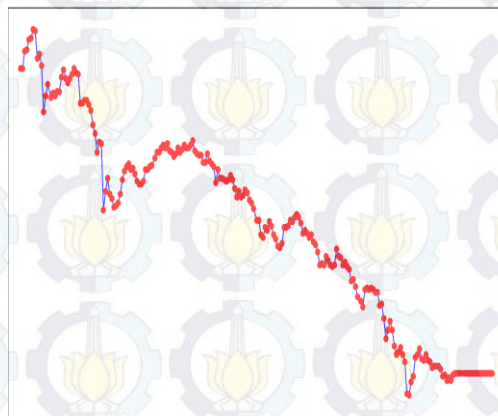
(e) PSEI

Gambar 4.14 Plot *Time Series* Ramalan Indeks Harga Saham VARIMA (1,1,0)

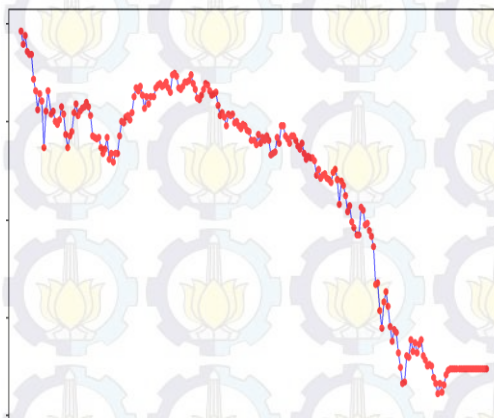
Pada Gambar 4.14 dengan model VARIMA (1,1,0) terlihat garis merah putus-putus yang merupakan garis ramalan harga saham, Dari lima variabel tersebut, nilai ramalannya tidak berbeda jauh dengan nilai aktualnya, Selanjutnya hasil ramalan model VARIMAX (1,1,0) dapat dilihat



(a) IHSI



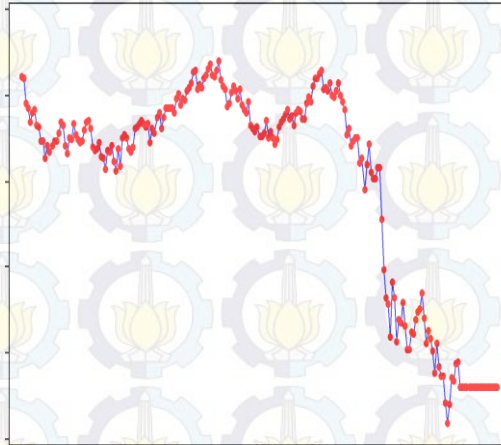
(b) KLSE



(c) STI



(d) SET



(e) PSEI

Gambar 4.15 Plot *Time Series* Ramalan Indeks Harga Saham VARIMAX (1,1,0)

Pada Gambar 4.15 dengan model VARIMAX (1,1,0) terlihat garis merah putus-putus yang merupakan garis ramalan harga saham, Garis ramalan sama dengan model VARIMA (1,1,0) yaitu nilai ramalannya tidak berbeda jauh dengan nilai aktualnya. Untuk mengetahui cara mendapatkan nilai ramalan secara manual model VARIMAX (1,1,0) untuk IHSG data ke-206, 207, 208 adalah sebagai berikut.

$$Z_{1,t} = -307,3198x_{3,t} - 112,1186x_{6,t} - 126,9852x_{8,t} - 223,7960x_{10,t} + 199,1729x_{3,t-1} + Z_{1,t-1} + 0,8527Z_{5,t-1} - 0,8527Z_{5,t-2} + a_{1,t}$$

Untuk $t = 206$, maka

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{1,t-1} &= \hat{Z}_{1,205} \\ &= 1241,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{5,t-1} &= \hat{Z}_{5,205} \\ &= 588,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{5,t-2} &= \hat{Z}_{5,204} \\ &= 586,60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{1,206} &= 0 + 1241,54 + 0,85(588,78) - 0,85(588,6) + 0 \\ &= 1241,54 + 0,85(588,78 - 588,6) \\ &= 1241,54 + 0,85(2,18) \\ &= 1243,39 \end{aligned}$$

Untuk $t = 207$, maka

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{1,t-1} &= \hat{Z}_{1,206} \\ &= 1243,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{5,t-1} &= \hat{Z}_{5,206} \\ &= 588,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{5,t-2} &= \hat{Z}_{5,205} \\ &= 588,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\hat{Z}_{1,207} &= 0 + 1243,39 + 0,85(588,78) - 0,85(588,78) + 0 \\ &= 1243,39 + 0,85(588,78 - 588,78) \\ &= 1243,39 \end{aligned}$$

Untuk $t = 208$, maka

$$\hat{Z}_{1,t-1} = \hat{Z}_{1,207} \\ = 1243,39$$

$$\hat{Z}_{5,t-1} = \hat{Z}_{5,207} \\ = 588,78$$

$$\hat{Z}_{5,t-2} = \hat{Z}_{5,206} \\ = 588,78$$

$$\hat{Z}_{1,208} = 0 + 1243,39 + 0,85(588,78) - 0,85(588,78) + 0 \\ = 1243,39 + 0,85(588,78 - 588,78) \\ = 1243,39$$

Berdasarkan hasil hitungan manual data ke-206,207,208 diperoleh nilai ramalan yang sama yaitu 1243,39, langkah yang sama juga dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai ramalan data indeks harga saham yang lain. Untuk mengetahui seberapa akurat nilai ramalan tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4.12 Perbandingan nilai RMSE VARIMA(1,1,0) dan VARIMAX(1,1,0)

Indeks Harga Saham	RMSE	
	VARIMA (1,1,0)	VARIMAX (1,1,0)
IHSG	81,1407	81,2228
KLSE	15,8035	15,8178
STI	57,3131	57,3118
SET	30,6205	30,5435
PSEI	17,0793	17,0793

Sumber: Olahan Microsoft Excel

Berdasarkan Tabel 4.12 meramalkan harga saham dengan cara *one step forecast* menghasilkan nilai RMSE yang kecil, Selain itu, nilai RMSE yang diperoleh dari semua metode juga menunjukkan angka yang relatif kecil. Hal ini menandakan bahwa semua model yang didapatkan sangat baik. Diantara dua model tersebut ternyata menghasilkan nilai RMSE yang tidak terlampau jauh, Seringkali dalam beberapa metode mengatakan bahwa metode yang lebih rumit akan menghasilkan akurasi yang lebih baik, namun kenyataannya tidak selalu begitu. Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa IHSG dan KLSE memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMA (1,1,0), STI dan SET memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMAX (1,1,0), serta PSEI memiliki nilai RMSE yang kecil pada kedua model.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Model yang diperoleh pada penelitian ini adalah model VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0) dari dua model tersebut terdapat faktor *Integrated* karena data saham yang digunakan tidak stasioner sehingga memerlukan *differencing*. Model VARIMAX (1,1,0) ini dapat menunjukkan bahwa PSEI (*Phillipines Stock Exchange Index*) merupakan indeks harga saham yang mempengaruhi indeks harga saham lainnya, selain itu IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) Indonesia juga mempengaruhi SET (*Stock Exchange Thailand*). Indeks harga saham lima variabel juga dipengaruhi oleh variabel *dummy* karena merupakan hasil dari model VARIMAX (1,1,0).
2. Cara yang digunakan untuk mendeteksi apakah ada *outlier* atau tidak yaitu Diagram kontrol residual menggunakan prosedur *iterative* dengan statistika T^2 Hotelling. Diagram kontrol residual pada model VARIMA (1,1,0) mendeteksi adanya 10 sinyal *out of control* yaitu residual ke-7,8,12,13,29,40, 163,167,170,174,183, dimana iterasinya dilakukan 3 kali untuk mendapatkan proses kondisi *in control*.
3. Hasil peramalan indeks harga saham dengan cara *one step forecast* menghasilkan nilai RMSE yang kecil, dimana IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) dan KLSE (*Kuala Lumpur Stock Exchange*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMA (1,1,0), STI (*Strait Time Index*) dan SET (*Stock Exchange Thailand*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMAX (1,1,0), serta PSEI (*Phillipines Stock Exchange Index*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada kedua model.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka saran untuk peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Melibatkan semua saham negara ASEAN dan membandingkan dengan saham dunia.
2. Menggunakan cara lain untuk mendeteksi *outlier* pada multivariat *time series* yaitu *Multivariate Cumulative Sum* (MCUSUM) dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA).

DAFTAR PUSTAKA

- Baldeon, A.P.R & Kurka, G.R.P. (2003), "Mimo Model Parameter Identification Under Stochastic Noise Influence", *Journal International Congress of Mechanical Engineering*. November 10-14, 2003. Sao Paulo, SP.
- Box, G.E.P & Jenkins, G.M. (1976), *Time Series Analysis Forecasting and Control*, 2nd Edition, San Fransisco: Holden-Day.
- Chan, K. C., Gup, B. E., & Pan, M. S. (1992), "An empirical analysis of stock prices in major Asian markets and the United States". *The Financial Review*. 27,289-308.
- Cheung, Y.W., & Ho, L.K. (1991), "The intertemporal stability of the relationship between the Asian emerging equity markets and the developed equity markets", *Journal of Business Finance & Accounting*. 18, 235–254.
- Climent, F. & Meneu, V. (2003), "Asian Crisis Increased Information Flows between International Markets". *International Review of Economics and Finance*. 12, 111-143.
- Crisostomo, R.G.R., Padilla, S.L., & Visda, M. R.V. (2013), *Philippine Market In Perspective*. 12th National Convention on Statistic (NCS). EDSA Shangri-La Hotel, Mandaluyung city, October 1-2 (2013).
- Draper, N.R & Smith, H. (1998), *Applied Regression Analysis*, Third Edition. Wiley Series in Probability and Statistic.
- Dufour, J & Pelletier, D. (2002), *Linear Estimation of Weak VARMA Models With a Macroeconomic*. North American Summer Meeting of the Econometric Society.
- Enders, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Gujarati, D.N. (2004), *Basic Econometrics (4thEd)*, New York: McGraw-Hill.
- Hasbullah, J. (2012), *Tangguh dengan Statistik*. Bandung: Nuansa Cendikia.
- Hellman, J., Hetting, O., & Tarighi, M. (2012), *Capitalixing on seasonalities in the Singapore Strait Time Index*. Bachelor Thesis in Business Administration. Jonkoping International Business School.
- Hutagalung, B. (2012), *Memahami Kerjasama Ekonomi Perdagangan ASEAN-AFTA dengan Mitra Dagang Lainnya*. Lembaga Studi Fenomena Globalisasi.
- Hyndman, R.J & Koehler, B.A. (2006), "Another look at measure of forecast accuracy", *International Journal of forecasting* 22, 679-688.

- Iskan, D. (2009), *Kentut Model Ekonomi*, Surabaya; Temprina Media Grafika.
- Lutkepohl, H. & Kratzig, M. (2004), *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, New York.
- Lutkepohl, H. (2005), *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. New York: Springer.
- Makridakis, S. & Hibon, M. (2000), "The M3-Competition: Results, Conclusions and Implications", *International Journal of Forecasting*, 16, 451-476.
- Manning, N. (2002), Common trends and convergence? South East Asian equity markets 1988–1999 . *Journal of International Money and Finance*. 21, 183–202.
- Mason, R.L., Chou, Y.M, Sullivan, J.H. & Stoumbos, Z.G. (2003), "Systematic Patterns in T^2 Charts", *Journal of Quality Technology*, 35 (1), hal 47-58.
- Montgomery, D.C. (2009), *Introduction to Statistical Quality Control*, Sixth Edition Published by John Wiley and Sonc, Inc., New York.
- Ng, A.(2000), "Volatility spillover effects from Japan and the US to the Pacific-basin", *Journal of International Money and Finance*. 19, 207– 233.
- Octavia H, S. (2014), *Bidirectional Causality Antara IHSG dan Anggota ASEAN-5 Perode Sebelum dan Sesudah Subprime Mortgage*. Program Manahmen, Program Studi Manajem. Fakultas Ekonomi, Universitas Kristen Petra. FINESTA Vol 2, No. 1, (2014) 61-66.
- Oduk, R. (2012), Control Chart for Serially Dependent Multivariate Data. *Thesis submitted to the Department of Informatics and Mathematical Modelling at Technical University of Denmark in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Mathematical Modelling and Computation*. Technical University Denmark.
- Rahim, R., & Nor, A. Hn. (2007), "Stock Market Linkages in the ASEAN-5 plus 3 Countries: An Analysis of Pre-and Post-Crisis", *International Review of Business Research Papers*. 3,4, 1-9.
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965), " An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Sample)", *Biometrika*, Vol.52, No. 3/4, pp.591-611.
- Sharma, C. & Wongbangpo, P. (2002), "Long-term trends and cyles in ASEAN stock markets", *Review of Financial Economics*. 11, 299-315.

Suharsono, A., Guritno, S & Subanar. (2007), *Estimasi volume perdagangan saham menggunakan vector autoregressive dan error correction modeling*, *Second joint conference Indonesia Malaysia on mathematics and statistics*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya.

Suharsono, A., Guritno, S, & Subanar. (2011), " Autoregressive Vector Modeling Simulation with Innovative Outlier", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 1(12)2535-2537. ISSN 2090-4304.

Suharsono, A., Guritno, S & Subanar. (2014), "Vector Autoregressive Modeling For Inflation Data In Indonesia", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(1)-4. ISSN 2090-4304.

Suharsono, A. (2012), *Pemodelan Vector Autoregressive dengan Adanya Outlier atau Pergeseran terhadap Rata-rata*. Disertasi. FMIPA.Universitas Gajamada; Yogyakarta.

Suharsono, A. & Susilaningrum, D. (2007), "Use Vector Autoregressive Model to Analyzed the Stock Market Behavior in Indonesia", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 4(1)138-143. ISSN 2090-4304.

Sukcharoensin, P. & Sukcharoensin, S. (2013), "The Analysis of Stock Market Development Indicators Evidence from the ASEAN-5 Equality Market", *International Journal of Trade, Economics and Finance*, Vol 4, No. 6. December 2013.

Sutheebanjard, P. & Wichian, P. (2010), "Forecasting The Thailand Stock Market Using Evolution Strategies". *Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance*, Vol. 6, No.2, 85-114.

Tsay, R. S. (2010), *Analysis of Financial Time Series*, Third Edition, Wiley Series in Probability and Statistics.

Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method*. Canada : Addison Wesley Publishing Company, Inc.

Zakaria, Z & Shamsuddin, S. (2012), "Relationship between Stock Future Index And Cash Price Index: Empirical Evidence Based on Malaysia Data", *Journal of Business Studies Quarterly*, Vol, 4 No. 2, pp 103, 112, ISSN 2152-10.

BIOGRAFI PENULIS



Isma Muthahharah

Lahir di Kel. Lappa Kec. Sinjai Utara, Kab.Sinjai tanggal 05 April 1990 sebagai anak keempat dari empat bersaudara. Buah hati dari pasangan Ibrahim dan St. Nurhayati Mus..Penulis memasuki jenjang pendidikan formal di SDN 5 Lappa pada tahun 1997 dan tamat pada tahun 2003. Pada tahun 2003 diterima di SMPN 1 Sinjai Utara dan tamat pada tahun 2005. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidipkan dan diterima di SMAN 1 Sinjai Utara dan tamat pada tahun 2008.

Pada tahun 2008 melalui jalur PMJK diterima sebagai mahasiswa pada jurusan Matematika di Universitas Negeri Makassar (UNM). Semenjak menyandang status mahasiswa, penulis aktif dikelembagaan jurusan sebagai pengelola Administrasi Jurusan Matematika. Setelah menyelesaikan studi S1 pada tahun 2011, penulis bekerja di salah satu perusahaan swasta selama 1 tahun 3 bulan. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan jenjang pendidikan S2 Statistika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan bantuan beasiswa dari Dikti. Pembaca yang ingin memberikan kritik, saran dan pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubunginya melalui email muthahharahisma@gmail.com.

Lampiran 1 Data Indeks Harga Saham Negara ASEAN-5

Date	IHSG	KLSE	STI	SET	PSEI
02/01/2008	2731,51	1435,68	3461,22	842,97	921,86
03/01/2008	2715,06	1435,38	3397,06	832,63	921,21
04/01/2008	2765,19	1466,67	3437,79	821,71	891,39
07/01/2008	2776,41	1470,77	3353,06	808,31	885,67
08/01/2008	2785,62	1489,74	3338,27	811,69	868,53
09/01/2008	2830,26	1491,66	3344,53	820,47	879,5
14/01/2008	2810,37	1507,04	3218,14	791,15	883,16
15/01/2008	2730,03	1505,71	3154,58	779,79	865,68
16/01/2008	2592,31	1453,66	3058,49	773,8	863,68
17/01/2008	2649,28	1460,71	3139,88	791,25	847,87
18/01/2008	2611,13	1439,49	3104,25	789,67	846,63
22/01/2008	2294,52	1354,48	2866,55	741,54	826,48
24/01/2008	2516,7	1383,35	3050,09	728,58	841,75
25/01/2008	2620,49	1405,4	3159,48	759,72	834,52
28/01/2008	2582,05	1380,54	3041,06	744,36	841,81
29/01/2008	2607,84	1388,5	3049,9	754,87	847,13
30/01/2008	2610,36	1384,08	3000,03	763,48	846,75
31/01/2008	2627,25	1393,25	2981,75	784,23	855,65
01/02/2008	2646,82	1393,25	3007,8	810,86	869,22
04/02/2008	2701,63	1419,66	3077,08	811,56	865,87
05/02/2008	2704,25	1432,35	3038,42	807,68	842,11
06/02/2008	2639,09	1415,94	2931,97	794,63	832,24
11/02/2008	2589,38	1407,38	2868,29	804,15	850,01
12/02/2008	2592,07	1417,52	2926,23	817,49	849
13/02/2008	2610,78	1423,15	2949,54	829,41	867,35
14/02/2008	2675,65	1436,1	3045,59	832,11	853,55
15/02/2008	2688,19	1427,19	3088,68	826,65	848,16
19/02/2008	2711,87	1425,49	3026,83	835,62	844,89
22/02/2008	2741,18	1369,48	3048,64	826,86	847,03
25/02/2008	2751,86	1370,79	3064,95	838,74	860,6
26/02/2008	2738,87	1375,43	3077,83	834,67	868,68
27/02/2008	2740,14	1376,62	3094,45	832,04	870,65
28/02/2008	2756,31	1368,27	3074,15	842,12	861,78
29/02/2008	2721,94	1357,4	3026,45	845,76	838,82
03/03/2008	2652,31	1330,61	2926,55	842,92	836,92
04/03/2008	2634,75	1314,02	2919,68	831,41	838,61
05/03/2008	2639,65	1280,23	2910,77	824,98	845,47

06/03/2008	2656,46	1299,69	2917,92	827,71	828,39
07/03/2008	2656,46	1296,33	2866,28	821,57	826,87
10/03/2008	2527,87	1173,22	2836,59	806,65	813,45
11/03/2008	2523,53	1206,54	2860,85	819,83	835,99
12/03/2008	2556,24	1232,59	2917,94	827	833,93
13/03/2008	2440,59	1201,35	2805,55	814,31	841,25
14/03/2008	2383,42	1194,84	2839,01	818,04	823,63
17/03/2008	2312,32	1177,53	2792,75	806,74	812,84
18/03/2008	2339,79	1180,02	2833,58	812,32	838,69
19/03/2008	2323,57	1186,54	2833,21	807,67	818,23
24/03/2008	2339,29	1201,02	2927,79	807,28	851,34
25/03/2008	2419,62	1229,95	3000,19	820,31	854,82
26/03/2008	2440,64	1245,42	2995,22	817,57	851,07
27/03/2008	2451,35	1254,03	3025,2	822,96	837,07
28/03/2008	2477,59	1258,41	3031,9	825,17	834,64
31/03/2008	2447,3	1247,52	3007,36	817,03	838,8
01/04/2008	2393,25	1250,41	3046,54	823,36	862,08
02/04/2008	2342,19	1239,65	3124,61	825,71	863,26
03/04/2008	2237,97	1225,58	3171,55	826,68	867,22
04/04/2008	2277,08	1221,98	3155,56	824,8	871,06
07/04/2008	2286,8	1221,07	3181,92	826,85	868,12
08/04/2008	2249,77	1225,71	3130,42	826,19	863,11
10/04/2008	2235,93	1248,19	3064,6	820,98	867,25
11/04/2008	2303,93	1246,79	3126,87	827,1	845,13
16/04/2008	2337,92	1253,64	3087,49	833,38	861,44
17/04/2008	2341,78	1256,54	3126,3	845,43	856,37
18/04/2008	2349,27	1267,65	3124,87	845,4	874,82
21/04/2008	2335,89	1280	3171,09	841,98	879,39
22/04/2008	2289,1	1279,3	3187,23	850,02	860,91
23/04/2008	2314,3	1288,16	3193,84	837,66	874,04
24/04/2008	2269,98	1293,08	3177,55	834,31	885,38
25/04/2008	2240,58	1288,08	3189,2	832,19	885,38
28/04/2008	2254,31	1295,31	3201,63	836,42	884,8
29/04/2008	2303,53	1283,65	3172,36	833,63	885,82
30/04/2008	2304,52	1279,86	3147,79	832,45	880,5
02/05/2008	2342,76	1271,48	3236,1	843,15	897,35
06/05/2008	2371,83	1276,09	3248,75	845,83	901,2
07/05/2008	2382,7	1287,15	3228,95	848,71	889,15
08/05/2008	2376,93	1280,35	3171,88	850,17	895,7
09/05/2008	2375,03	1285,27	3162,03	846,71	894,75

12/05/2008	2378	1293,09	3180,16	842,22	906,07
13/05/2008	2418,9	1286,54	3203,42	839,28	908,65
14/05/2008	2449,34	1287,74	3198,51	848,94	915,17
15/05/2008	2449,81	1294,15	3207,43	855,61	927,05
16/05/2008	2468,84	1300,67	3241,49	870,33	930,01
21/05/2008	2494,71	1281,2	3196,9	884,19	907,82
22/05/2008	2503,95	1277,57	3160,86	874,54	913,21
23/05/2008	2465,96	1274,78	3122,15	875,59	908,64
27/05/2008	2397	1274,24	3115,35	855,6	921,16
28/05/2008	2433,77	1260,58	3132,78	832,99	924,63
29/05/2008	2446,95	1261,82	3160,78	830,61	931,13
30/05/2008	2444,35	1276,1	3192,62	833,65	937,45
02/06/2008	2427,77	1262,49	3188,05	810,22	923,78
03/06/2008	2403,81	1257,57	3153,94	806,86	922,59
04/06/2008	2362,59	1253,12	3134,8	808,92	929,82
05/06/2008	2399,68	1223,56	3143,89	809,82	939,92
06/06/2008	2402,24	1248,57	3146,73	817,33	918,56
09/06/2008	2410,08	1230,98	3084,02	805,58	912,14
10/06/2008	2373,82	1230,96	3033,05	791,94	907,52
11/06/2008	2374,78	1229,28	3046,77	791,66	888,2
12/06/2008	2409,01	1225,54	3020,15	790,8	890,32
13/06/2008	2398,42	1229,35	2979,56	782,64	904,28
16/06/2008	2398,04	1238,06	3036,92	787,59	910,67
17/06/2008	2377,98	1227,76	3028,24	777,17	905,06
18/06/2008	2364,58	1212,59	3040,09	765,74	895,84
19/06/2008	2373,06	1196,39	2992,66	742,46	907,73
20/06/2008	2371,78	1206,67	3001,81	768,9	888,54
23/06/2008	2362,74	1195,41	2979,15	768,9	883,56
24/06/2008	2365,38	1200,28	2962,16	763,75	880,44
25/06/2008	2341,36	1209,11	2986,62	778,42	892,93
26/06/2008	2350,89	1203,89	2980,95	774,39	865,3
27/06/2008	2332,11	1190,54	2955,91	775,73	861,55
30/06/2008	2349,1	1186,57	2947,54	768,59	857,22
01/07/2008	2378,81	1174,83	2906,79	760,01	863,58
02/07/2008	2378,47	1153,7	2906,23	742,15	852,83
03/07/2008	2286,61	1153,7	2880,45	743,03	852,84
07/07/2008	2303,82	1127,26	2934,12	730,56	855,91
08/07/2008	2278,97	1121,25	2886,62	722,5	870,89
09/07/2008	2286,03	1139,81	2917,62	721,13	850,58
10/07/2008	2276,23	1135,49	2901,58	721,86	858,67

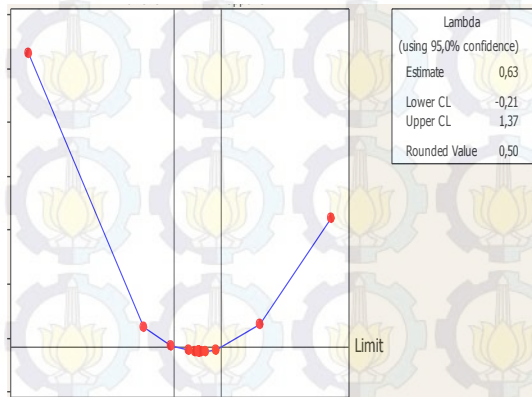
11/07/2008	2276,85	1150,39	2926,84	730,29	851,35
14/07/2008	2259,54	1144	2904,12	717,06	843,32
15/07/2008	2214,85	1127,6	2830,75	693,41	848,36
16/07/2008	2218,12	1119,42	2835,32	669,97	863,61
18/07/2008	2141,14	1105,04	2847,73	664,52	869,57
21/07/2008	2195,07	1103,48	2919,21	687,3	872,45
22/07/2008	2212,75	1109,57	2890,66	682,15	877,48
23/07/2008	2225,84	1139,41	2978,98	694,14	884,01
24/07/2008	2257,05	1141,59	2977,91	691,48	872,32
25/07/2008	2245,34	1141,75	2922,91	685,47	876,32
28/07/2008	2275,68	1154,09	2910,36	685,53	865,03
29/07/2008	2278,68	1150,8	2886,56	676,73	880,12
30/07/2008	2278,68	1159,94	2925,5	669,9	884,55
31/07/2008	2304,51	1163,09	2929,65	676,32	881,17
01/08/2008	2248,75	1159,1	2906,07	678,66	873,61
04/08/2008	2227,68	1148,68	2876,08	674,67	872,19
05/08/2008	2185,62	1128,86	2860,51	667,12	891,27
06/08/2008	2187,2	1133,59	2886,78	676,35	897,59
07/08/2008	2199,01	1129,56	2834,71	705,35	892,56
08/08/2008	2195,93	1120,31	2807,54	690,7	911,49
11/08/2008	2133,92	1127,46	2825,39	702,93	920,65
13/08/2008	2063,52	1112,53	2811,79	701,6	919,85
14/08/2008	2106,64	1109,43	2816,66	705,6	925,59
15/08/2008	2085,15	1095,05	2797,5	707,48	929,45
19/08/2008	2042,5	1069,42	2728,39	697,23	907,54
20/08/2008	2069,7	1073,21	2751,75	690,05	909,1
21/08/2008	2088,25	1071,43	2713,47	676,53	905,84
22/08/2008	2120,49	1085,6	2723,3	681,93	915,6
25/08/2008	2127,22	1078,73	2733,45	678,2	900,62
26/08/2008	2107,55	1070,5	2707,19	668,92	898,84
27/08/2008	2131,06	1067,65	2705,09	675,99	905,42
28/08/2008	2144,85	1070,46	2691	682,83	915,79
29/08/2008	2165,94	1100,5	2739,95	684,44	899,42
02/09/2008	2159,05	1085,38	2758,94	659,51	893,43
03/09/2008	2116	1085,06	2706,53	649,93	883,79
05/09/2008	2022,56	1070,54	2574,21	645,8	855,14
08/09/2008	2038	1075,93	2694,49	665,66	861,9
09/09/2008	1958,75	1068,55	2673,21	663,61	840,93
10/09/2008	1885,04	1062,7	2622,41	655,54	846,48
11/09/2008	1870,13	1041,07	2541,15	646,8	851,32

12/09/2008	1804,06	1044,03	2570,67	654,34	850,39
15/09/2008	1719,25	1031,63	2486,55	642,39	821,29
16/09/2008	1735,64	1012,37	2461,43	624,56	827,43
17/09/2008	1769,89	1002,99	2419,29	605,14	789,85
18/09/2008	1787,67	991,66	2419,21	600,38	819,81
19/09/2008	1891,73	1025,7	2559,07	624,83	842,76
22/09/2008	1897,34	1028,62	2544,13	614,49	810,49
23/09/2008	1873,1	1026,18	2476,51	608,25	802,88
24/09/2008	1883,55	1028,4	2477,6	620,43	803,75
25/09/2008	1870,06	1024,74	2444,24	621,14	815,43
26/09/2008	1846,09	1020,53	2411,46	618,97	815,66
29/09/2008	1832,51	1019,72	2361,34	601,29	754,49
06/10/2008	1648,74	996,84	2168,32	551,8	696,61
07/10/2008	1619,72	997,23	2177,55	528,71	662,98
08/10/2008	1451,67	970,19	2033,61	492,34	655,96
10/10/2008	1451,67	934,01	1948,33	451,96	616,85
13/10/2008	1461,87	950,76	2076,35	476,33	682,4
14/10/2008	1555,97	966,06	2128,31	500,77	663,62
15/10/2008	1520,41	949,88	2059,39	481,5	611,86
16/10/2008	1463,25	920,02	1951,2	477,73	637,52
17/10/2008	1399,42	905,23	1878,51	471,31	633,68
20/10/2008	1426,94	909,51	1939,22	476,95	658,11
21/10/2008	1440,15	918,16	1920,79	478,79	630,35
22/10/2008	1379,74	904,28	1821,13	465,24	603,55
23/10/2008	1337,2	891,32	1745,67	432,87	603,16
28/10/2008	1111,39	832,44	1666,49	398,04	623,52
29/10/2008	1113,62	829,41	1671,2	384,15	620,63
30/10/2008	1173,86	853,56	1801,91	408,31	637,87
31/10/2008	1256,7	863,61	1794,2	416,53	647,99
03/11/2008	1352,72	899,35	1883,75	449,19	651,04
04/11/2008	1369,79	905,58	1829,69	457,62	669,75
05/11/2008	1366,28	915,24	1868,82	457,36	640,01
06/11/2008	1307,9	895,95	1819,2	462,93	610,8
07/11/2008	1338,36	893,95	1863,49	463,81	625,75
10/11/2008	1340,68	904,24	1885,02	456,44	616,26
11/11/2008	1336,56	894,6	1806,96	442,31	601,78
12/11/2008	1326,62	890,34	1784,01	435,7	575,01
13/11/2008	1259,71	880,59	1755,47	433,47	611,2
14/11/2008	1264,38	881,65	1759,14	429,97	583,76
17/11/2008	1236,93	884,06	1749,67	434,21	571,48

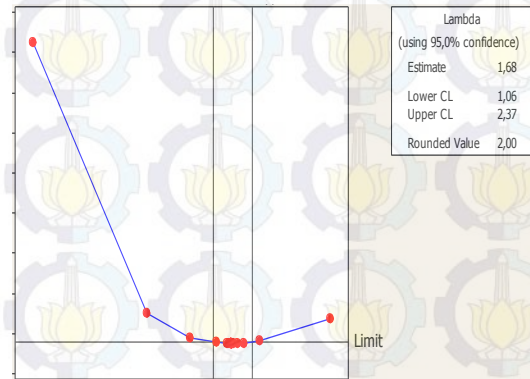
18/11/2008	1189,86	883,09	1692,55	419,97	571,22
19/11/2008	1180,36	877,65	1665,59	408,51	540,86
20/11/2008	1154,97	865,32	1613,95	393,85	516,56
21/11/2008	1146,28	866,88	1662,1	397,51	539,72
24/11/2008	1141,4	855,39	1620,29	386,12	569,97
25/11/2008	1154,14	860,18	1653,25	391,85	565,72
26/11/2008	1193,15	856,37	1711,13	395,22	586,6
28/11/2008	1241,54	866,14	1732,57	401,84	588,78
01/12/2008	1223,12	848,43	1690,23	390,92	546,34
02/12/2008	1191,36	845,75	1639,18	387,32	564,61
03/12/2008	1192,53	847,53	1640,57	392,92	580,9
04/12/2008	1205,32	846,86	1643,68	392,87	559,59
05/12/2008	1202,34	838,28	1659,17	410,58	580,77
09/12/2008	1266,12	835,17	1754,58	423,79	599,79
10/12/2008	1315,9	854,66	1821,7	424,61	602,93
11/12/2008	1316,69	860,68	1794,16	424,79	585,04
12/12/2008	1262,97	852,27	1740,34	437,06	596,41
16/12/2008	1342,84	854,8	1782,09	445,31	611,44
17/12/2008	1363,98	862,5	1779,29	445,94	608,88
18/12/2008	1351,76	880,5	1798,95	451,72	598,53
19/12/2008	1348,29	876,4	1795,47	447,01	604,23
22/12/2008	1345,31	873,43	1745,63	434,08	592,89
23/12/2008	1343,72	871,16	1724,54	440,4	587,87
24/12/2008	1336,61	869,62	1736,99	439,17	589,13
26/12/2008	1340,89	867,35	1725,61	444,64	591,88
30/12/2008	1355,41	881,63	1770,65	446,7	603,43

Sumber: *Database Yahoo Finance*

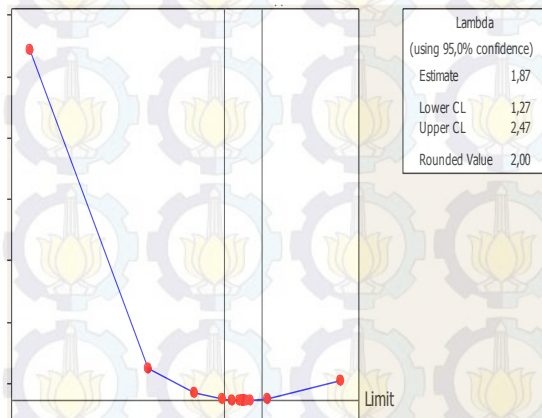
Lampiran 2 Transformasi Box Cox untuk KLSE, STI, SET dan PSEI



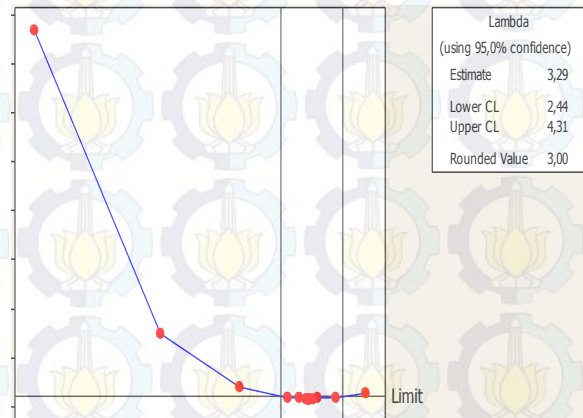
a) KLSE



b) STI



c) SET



d) PSEI

Lampiran 3 Program SAS Data Asli

```

data saham;
input ihsg klse sti set psei;
cards;
2731.51      1435.68      3461.22      842.97      921.86
2715.06      1435.38      3397.06      832.63      921.21
2765.19      1466.67      3437.79      821.71      891.39
2776.41      1470.77      3353.06      808.31      885.67
2785.62      1489.74      3338.27      811.69      868.53
2830.26      1491.66      3344.53      820.47      879.5
.
.
.
.
.
1146.28      866.88      1662.1      397.51      539.72
1141.4      855.39      1620.29      386.12      569.97
1154.14      860.18      1653.25      391.85      565.72
1193.15      856.37      1711.13      395.22      586.6
1241.54      866.14      1732.57      401.84      588.78
;
proc varmax data = saham;
model ihsg klse sti set psei/p=1 dfest noint minic=(p=5) method=ls print = (corry
parcoef pcorr pcancorr roots);
output lead=18 out=ramalan;
run;

```


Lampiran 4 Output Program SAS Data Asli

The VARMAX Procedure

Number of Observations 205
Number of Pairwise Missing 0

Dickey-Fuller Unit Root Tests

Variable	Type	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
ihsg	Zero Mean	-0.66	0.5354	-1.77	0.0734
	Single Mean	-0.29	0.9405	-0.16	0.9404
	Trend	-8.59	0.5309	-2.01	0.5938
klse	Zero Mean	-0.49	0.5711	-2.25	0.0241
	Single Mean	-0.76	0.9065	-0.50	0.8883
	Trend	-13.34	0.2390	-2.55	0.3055
sti	Zero Mean	-0.58	0.5517	-2.08	0.0365
	Single Mean	0.14	0.9634	0.08	0.9639
	Trend	-3.11	0.9311	-1.08	0.9285
set	Zero Mean	-0.55	0.5579	-1.71	0.0826
	Single Mean	0.69	0.9821	0.41	0.9832
	Trend	-4.94	0.8224	-1.53	0.8152
psei	Zero Mean	-0.40	0.5919	-1.49	0.1280
	Single Mean	-0.06	0.9537	-0.03	0.9541
	Trend	-2.33	0.9603	-0.86	0.9576

Schematic Representation of Cross Correlations

Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ihsg	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
klse	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
sti	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
set	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
psei	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

Schematic Representation of Partial Autoregression

Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ihsg	+.
klse	.+.
sti	. .+.
set	. . .+.
psei+

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

Lampiran 5 Program SAS untuk model VARIMA (1,1,0)

```

data saham;
input ihsg klse sti set psei;
cards;
2731.51      1435.68      3461.22      842.97      921.86
2715.06      1435.38      3397.06      832.63      921.21
2765.19      1466.67      3437.79      821.71      891.39
2776.41      1470.77      3353.06      808.31      885.67
2785.62      1489.74      3338.27      811.69      868.53
2830.26      1491.66      3344.53      820.47      879.5
.
.
.
.
.
1146.28      866.88      1662.1      397.51      539.72
1141.4      855.39      1620.29      386.12      569.97
1154.14      860.18      1653.25      391.85      565.72
1193.15      856.37      1711.13      395.22      586.6
1241.54      866.14      1732.57      401.84      588.78
;
proc varmax data = saham;
model ihsg klse sti set psei/p=1 dfest dify=(1) noint minic=(p=5) method=ls print =
(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
restrict AR(1,1,1)=0, AR(1,1,2)=0, AR(1,1,3)=0, AR(1,1,4)=0,AR(1,2,1)=0,
AR(1,2,2)=0, AR(1,2,3)=0, AR(1,2,4)=0,AR(1,3,1)=0,
AR(1,3,2)=0, AR(1,3,3)=0,AR(1,3,4)=0,AR(1,4,2)=0,
AR(1,4,3)=0,AR(1,4,4)=0,AR(1,5,1)=0,AR(1,5,2)=0,
AR(1,5,3)=0,AR(1,5,4)=0,AR(1,5,5)=0;
output lead=18 out=ramalan;
run;
proc varmax data=ramalan;
model RES1 RES2 RES3 RES4 RES5 /p=(1)
minic=(p=5)noint
noint print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
run;
proc export data=WORK.RAMALAN
outfile='D:\TesisMa/varima.xls'
dbms=excel
replace;
run;

```


The VARMAX Procedure

Number of Observations 204
 Number of Pairwise Missing 0
 Observation(s) eliminated by differencing 1

Dickey-Fuller Unit Root Tests

Variable	Type	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
ihsg	Zero Mean	-204.26	0.0001	-10.03	<.0001
	Single Mean	-216.26	0.0001	-10.29	<.0001
	Trend	-218.71	0.0001	-10.30	<.0001
klse	Zero Mean	-238.76	0.0001	-10.94	<.0001
	Single Mean	-259.09	0.0001	-11.39	<.0001
	Trend	-259.20	0.0001	-11.36	<.0001
sti	Zero Mean	-248.03	0.0001	-11.06	<.0001
	Single Mean	-268.20	0.0001	-11.46	<.0001
	Trend	-271.63	0.0001	-11.49	<.0001
set	Zero Mean	-182.20	0.0001	-9.52	<.0001
	Single Mean	-194.17	0.0001	-9.78	<.0001
	Trend	-202.16	0.0001	-9.96	<.0001
psei	Zero Mean	-228.53	0.0001	-10.70	<.0001
	Single Mean	-235.95	0.0001	-10.82	<.0001
	Trend	-241.97	0.0001	-10.93	<.0001

Model Parameter Estimates

Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
ihsg	AR1_1_1	0.04591	0.10099	0.45	0.6499	ihsg(t-1)
	AR1_1_2	-0.25508	0.27463	-0.93	0.3541	klse(t-1)
	AR1_1_3	0.00903	0.09895	0.09	0.9274	sti(t-1)
	AR1_1_4	0.31769	0.37367	0.85	0.3962	set(t-1)
	AR1_1_5	0.79281	0.23673	3.35	0.0010	psei(t-1)
klse	AR1_2_1	0.06498	0.03394	1.91	0.0570	ihsg(t-1)
	AR1_2_2	-0.13990	0.09229	-1.52	0.1311	klse(t-1)
	AR1_2_3	0.00361	0.03325	0.11	0.9137	sti(t-1)
	AR1_2_4	-0.03133	0.12557	-0.25	0.8033	set(t-1)
	AR1_2_5	0.28553	0.07955	3.59	0.0004	psei(t-1)
sti	AR1_3_1	-0.03588	0.10175	-0.35	0.7247	ihsg(t-1)
	AR1_3_2	-0.29962	0.27671	-1.08	0.2802	klse(t-1)
	AR1_3_3	-0.01883	0.09970	-0.19	0.8504	sti(t-1)
	AR1_3_4	-0.26203	0.37650	-0.70	0.4873	set(t-1)
	AR1_3_5	1.30983	0.23852	5.49	0.0001	psei(t-1)
set	AR1_4_1	0.06546	0.02341	2.80	0.0057	ihsg(t-1)
	AR1_4_2	-0.16196	0.06365	-2.54	0.0117	klse(t-1)
	AR1_4_3	-0.00956	0.02293	-0.42	0.6771	sti(t-1)
	AR1_4_4	0.14993	0.08660	1.73	0.0850	set(t-1)
	AR1_4_5	0.22251	0.05487	4.06	0.0001	psei(t-1)
psei	AR1_5_1	0.03633	0.03167	1.15	0.2526	ihsg(t-1)
	AR1_5_2	-0.25090	0.08611	-2.91	0.0040	klse(t-1)
	AR1_5_3	0.02056	0.03103	0.66	0.5084	sti(t-1)
	AR1_5_4	0.04265	0.11717	0.36	0.7163	set(t-1)
	AR1_5_5	-0.08094	0.07423	-1.09	0.2769	psei(t-1)

Model Parameter Estimates setelah restrict

Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
ihsg	AR1_1_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_1_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_1_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_1_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_1_5	0.90738	0.21711	4.18	0.0001	psei(t-1)
klse	AR1_2_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_2_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_2_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_2_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_2_5	0.30897	0.07376	4.19	0.0001	psei(t-1)
sti	AR1_3_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_3_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_3_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_3_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_3_5	1.23743	0.20874	5.93	0.0001	psei(t-1)
set	AR1_4_1	0.05046	0.01230	4.10	0.0001	ihsg(t-1)
	AR1_4_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_4_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_4_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_4_5	0.24864	0.04913	5.06	0.0001	psei(t-1)
psei	AR1_5_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_5_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_5_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_5_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_5_5	0.00000	0.00000			psei(t-1)

Testing of the Restricted Parameters

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
AR1_1_1	29.24047	20.73365	1.41	0.1600
AR1_1_2	10.86912	7.10451	1.53	0.1276
AR1_1_3	36.22549	21.07679	1.72	0.0872
AR1_1_4	12.59682	4.93355	2.55	0.0114
AR1_2_1	126.71970	54.97579	2.31	0.0222
AR1_2_2	8.51222	19.12630	0.45	0.6568
AR1_2_3	70.38905	56.66883	1.24	0.2157
AR1_2_4	-1.52277	13.32770	-0.11	0.9092
AR1_3_1	-76.66073	20.50320	-3.74	0.0002
AR1_3_2	-15.00738	7.34315	-2.04	0.0423
AR1_3_3	-70.18289	21.70574	-3.23	0.0014
AR1_3_4	-20.37861	5.14895	-3.96	0.0001
AR1_4_2	-23.22702	21.94423	-1.06	0.2911
AR1_4_3	1.11879	62.25350	0.02	0.9857
AR1_4_4	35.42138	16.90979	2.09	0.0375
AR1_5_1	47.65615	49.92209	0.95	0.3409
AR1_5_2	-21.11207	17.12778	-1.23	0.2192
AR1_5_3	40.11286	52.68335	0.76	0.4473
AR1_5_4	1.34354	12.30857	0.11	0.9132
AR1_5_5	-13.07647	14.40435	-0.91	0.3651

		Forecasts			
Variable	Obs	Forecast	Standard Error	95% Confidence Limits	
ihsg	206	1243.51809	52.60240	1140.41928	1346.61689
	207	1243.51809	77.98160	1090.67696	1396.35921
	208	1243.51809	96.92908	1053.54057	1433.49560
	209	1243.51809	112.73582	1022.55994	1464.47623
	210	1243.51809	126.58389	995.41821	1491.61796
	211	1243.51809	139.05970	970.96609	1516.07008
	212	1243.51809	150.50487	948.53396	1538.50222
	213	1243.51809	161.13918	927.69110	1559.34507
	214	1243.51809	171.11386	908.14109	1578.89508
	215	1243.51809	180.53828	889.66957	1597.36660
	216	1243.51809	189.49455	872.11558	1614.92059
	217	1243.51809	198.04622	855.35464	1631.68154
	218	1243.51809	206.24360	839.28806	1647.74811
klse	219	1243.51809	214.12739	823.83612	1663.20005
	220	1243.51809	221.73104	808.93323	1678.10295
	221	1243.51809	229.08246	794.52472	1692.51146
	222	1243.51809	236.20519	780.56443	1706.47175
	223	1243.51809	243.11933	767.01296	1720.02321
	206	866.81355	17.78842	831.94889	901.67820
	207	866.81355	26.18492	815.49204	918.13505
	208	866.81355	32.47880	803.15627	930.47083
	209	866.81355	37.73718	792.85003	940.77706
	210	866.81355	42.34758	783.81382	949.81327
	211	866.81355	46.50311	775.66912	957.95797
	212	866.81355	50.31662	768.19479	965.43230
	213	866.81355	53.86079	761.24835	972.37875
sti	214	866.81355	57.18572	754.73160	978.89550
	215	866.81355	60.32768	748.57347	985.05363
	216	866.81355	63.31391	742.72056	990.90653
	217	866.81355	66.16550	737.13155	996.49555
	218	866.81355	68.89917	731.77365	1001.85344
	219	866.81355	71.52844	726.62037	1007.00672
	220	866.81355	74.06444	721.64992	1011.97717
	221	866.81355	76.51642	716.84411	1016.78298
	222	866.81355	78.89224	712.18760	1021.43949
	223	866.81355	81.19857	707.66728	1025.95982
	206	1735.26760	53.68601	1630.04497	1840.49024
	207	1735.26760	83.53763	1571.53686	1898.99834
	208	1735.26760	105.23727	1529.00634	1941.52886
set	209	1735.26760	123.17155	1493.85580	1976.67941
	210	1735.26760	138.80770	1463.20950	2007.32571
	211	1735.26760	152.85263	1435.68195	2034.85326
	212	1735.26760	165.71142	1410.47919	2060.05602
	213	1735.26760	177.64184	1387.09600	2083.43921
	214	1735.26760	188.81994	1365.18732	2105.34789
	215	1735.26760	199.37231	1344.50506	2126.03015
	216	1735.26760	209.39357	1324.86375	2145.67146
	217	1735.26760	218.95665	1306.12046	2164.41475
	218	1735.26760	228.11918	1288.16222	2182.37299
	219	1735.26760	236.92765	1270.89795	2199.63726
	220	1735.26760	245.42017	1254.25292	2216.28229
	221	1735.26760	253.62848	1238.16492	2232.37029
	222	1735.26760	261.57934	1222.58151	2247.95370
	223	1735.26760	269.29557	1207.45800	2263.07721
	206	404.82366	12.39462	380.53066	429.11667
	207	404.92347	20.02107	365.68289	444.16405
	208	404.92347	25.73502	354.48376	455.36318

psei	209	404.92347	30.39308	345.35414	464.49281
	210	404.92347	34.42654	337.44869	472.39826
	211	404.92347	38.03465	330.37693	479.47002
	212	404.92347	41.32896	323.92021	485.92674
	213	404.92347	44.37939	317.94146	491.90548
	214	404.92347	47.23323	312.34804	497.49891
	215	404.92347	49.92420	307.07383	502.77311
	216	404.92347	52.47737	302.06973	507.77722
	217	404.92347	54.91195	297.29804	512.54891
	218	404.92347	57.24307	292.72911	517.11784
	219	404.92347	59.48292	288.33910	521.50785
	220	404.92347	61.64143	284.10850	525.73845
	221	404.92347	63.72686	280.02112	529.82583
	222	404.92347	65.74619	276.06332	533.78363
	223	404.92347	67.70531	272.22351	537.62344
	206	588.78000	16.83972	555.77476	621.78524
	207	588.78000	23.81496	542.10354	635.45646
	208	588.78000	29.16725	531.61324	645.94676
	209	588.78000	33.67944	522.76952	654.79048
	210	588.78000	37.65476	514.97804	662.58196
	211	588.78000	41.24872	507.93400	669.62600
	212	588.78000	44.55371	501.45634	676.10366
	213	588.78000	47.62992	495.42708	682.13292
214	588.78000	50.51916	489.76427	687.79573	
215	588.78000	53.25187	484.40826	693.15174	
216	588.78000	55.85103	479.31400	698.24600	
217	588.78000	58.33450	474.44649	703.11351	
218	588.78000	60.71647	469.77791	707.78209	
219	588.78000	63.00846	465.28569	712.27431	
220	588.78000	65.21995	460.95125	716.60875	
221	588.78000	67.35887	456.75903	720.80097	
222	588.78000	69.43194	452.69590	724.86410	
223	588.78000	71.44488	448.75062	728.80938	

Lampiran 7 Program Matlab untuk Diagram Kontrol model VARIMA (1, 1, 0)

```

clear;
%Program Diagram Kontrol Residual
VARIMA
data=load('d:/residual08.txt');
alpha=0.01;
[n,m]= size(data);
n=203
m=5
for i=1:1:n
    for j=1:1:m
        V(i,j)=data(i,j);
    end
end

%menghitung matrik
Vt=transpose(V)
S=(1/n)*Vt*V;

%menghitung statistika Hotelling
Tsquare (H)
inv_S=inv(S)
rata = mean (data)

for j=1:1:m
    for i=1:1:n
        xxbar(i,j)= data(i,j)-rata(1,j);
    end
end
xxbarH=xxbar'
for i=1:1:n
    H(i,1)=xxbar(i,:)*inv_S*xxbarH(:,i);
end

%menghitung batas kontrol
ucl=chi2inv(1-alpha/2,m)
lcl=0

%diagram kontrol
for i=1:1:n
    bka(i,1)=ucl
end
for i=1:1:n
    bkb(i,1)=lcl
end

x=1:n
y=H
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-')
title('Diagram Kontrol Residual
VARIMA')
xlabel('residual ke-')
ylabel('T2')

%jumlah observasi yang keluar
for i=1:1:n
    if (H(i,1)>ucl)|(H(i,1)<lcl)
        o(i,1)=1;else o(i,1)=0;
    end;
end;
out=sum(o)

%observasi yang keluar
for i=1:1:n
    if (H(i,1)>ucl)|(H(i,1)<lcl)
        obs(i,1)=1;else obs(i,1)=0;
    end;
end;
obs_out=obs

```


Lampiran 8 Program SAS untuk model VARIMAX (1,1,0)

```

data saham;
input ihsg klse sti set psei x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8 x9 x10;
cards;
2731,51 435,68 3461,22 842,97 921,86 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2715,06 435,38 3397,06 832,63 921,21 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2765,19 466,67 3437,79 821,71 891,39 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2776,41 470,77 3353,06 808,31 885,67 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2785,62 489,74 3338,27 811,69 868,53 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2830,26 491,66 3344,53 820,47 879,5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2810,37 507,04 3218,14 791,15 883,16 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2730,03 505,71 3154,58 779,79 865,68 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2592,31 453,66 3058,49 773,8 863,68 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2649,28 460,71 3139,88 791,25 847,87 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2611,13 439,49 3104,25 789,67 846,63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2294,52 354,48 2866,55 741,54 826,48 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
2516,7 383,35 3050,09 728,58 841,75 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
. . . . .
. . . . .
1193,15 856,37 1711,13 395,22 586,6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1241,54 866,14 1732,57 401,84 588,78 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
;
proc varmax data = saham;
model ihsg klse sti set psei= x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8 x9 x10/p=1 xlag=1
dftest dify=(1) noint minic=(p=5) method=ls print = (corry parcoef pcorr
pcancorr roots);
restrict
XL(0,1,1)=0,XL(0,1,4)=0,XL(0,1,5)=0,XL(0,1,7)=0,AR(1,1,2)=0,AR(1,1,3)
=0,AR(1,1,4)=0,XL(0,2,1)=0,XL(0,2,6)=0,XL(0,2,7)=0,AR(1,2,2)=0,AR(1,
2,3)=0,AR(1,2,4)=0,XL(0,3,4)=0,XL(0,3,5)=0,XL(0,3,8)=0,AR(1,3,1)=0,A
R(1,3,2)=0,AR(1,3,3)=0,AR(1,3,4)=0,XL(0,4,3)=0,XL(0,4,4)=0,XL(0,4,5)=
0,XL(0,4,7)=0,AR(1,4,2)=0,AR(1,4,3)=0,AR(1,4,4)=0,XL(0,5,1)=0,XL(0,5,
2)=0,XL(0,5,3)=0,XL(0,5,4)=0,XL(0,5,5)=0,XL(0,5,8)=0,
AR(1,5,1)=0,AR(1,5,2)=0,AR(1,5,3)=0,AR(1,5,4)=0,AR(1,5,5)=0;
output lead=18 out=ramalan;
run;
proc varmax data=ramalan;
model RES1 RES2 RES3 RES4 RES5 /p=(1)
minic=(p=4)noint
noint print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
run;
proc export data=WORK.RAMALAN
outfile='D:\TesisMa\varimax.xls'
dbms=excel
replace;

```


Lampiran 9 Ouput Program SAS Model VARIMAX (1,1,0)

Model Parameter Estimates sebelum restrict

Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
ihsg	XL0_1_1	-40.13242	39.68165	-1.01	0.3132	x1(t)
	XL0_1_2	-309.77346	39.71913	-7.80	0.0001	x3(t)
	XL0_1_3	18.85842	40.07894	0.47	0.6385	x5(t)
	XL0_1_4	-130.92749	39.60801	-3.31	0.0011	x6(t)
	XL0_1_5	-18.86963	39.58539	-0.48	0.6342	x7(t)
	XL0_1_6	-134.45967	41.24340	-3.26	0.0013	x8(t)
	XL0_1_7	39.85465	41.78068	0.95	0.3414	x9(t)
	XL0_1_8	-216.08942	40.32667	-5.36	0.0001	x10(t)
	XL1_1_1	-83.83816	41.96263	-2.00	0.0472	x1(t-1)
	XL1_1_2	300.01109	45.08428	6.65	0.0001	x3(t-1)
	XL1_1_3	4.69658	42.77512	0.11	0.9127	x5(t-1)
	XL1_1_4	34.90431	50.46106	0.69	0.4900	x6(t-1)
	XL1_1_5	-32.93827	39.57428	-0.83	0.4063	x7(t-1)
	XL1_1_6	51.42626	43.18417	1.19	0.2353	x8(t-1)
	XL1_1_7	48.19602	41.99812	1.15	0.2527	x9(t-1)
	XL1_1_8	39.19073	43.56424	0.90	0.3695	x10(t-1)
	AR1_1_1	0.23946	0.08554	2.80	0.0057	ihsg(t-1)
	AR1_1_2	-0.01707	0.28040	-0.06	0.9515	klse(t-1)
	AR1_1_3	-0.08972	0.08189	-1.10	0.2747	sti(t-1)
	AR1_1_4	0.19229	0.30452	0.63	0.5285	set(t-1)
	AR1_1_5	0.77112	0.19815	3.89	0.0001	psei(t-1)
klse	XL0_2_1	6.28041	12.31564	0.51	0.6107	x1(t)
	XL0_2_2	-81.91474	12.32727	-6.65	0.0001	x3(t)
	XL0_2_3	-61.45690	12.43894	-4.94	0.0001	x5(t)
	XL0_2_4	-125.63111	12.29278	-10.22	0.0001	x6(t)
	XL0_2_5	-5.24943	12.28576	-0.43	0.6697	x7(t)
	XL0_2_6	-1.78575	12.80034	-0.14	0.8892	x8(t)
	XL0_2_7	26.37521	12.96709	2.03	0.0434	x9(t)
	XL0_2_8	-57.91429	12.51583	-4.63	0.0001	x10(t)
	XL1_2_1	-7.92617	13.02357	-0.61	0.5435	x1(t-1)
	XL1_2_2	61.09108	13.99240	4.37	0.0001	x3(t-1)
	XL1_2_3	-1.20370	13.27573	-0.09	0.9279	x5(t-1)
	XL1_2_4	53.08594	15.66115	3.39	0.0009	x6(t-1)
	XL1_2_5	-8.85060	12.28231	-0.72	0.4721	x7(t-1)
	XL1_2_6	32.54620	13.40268	2.43	0.0161	x8(t-1)
	XL1_2_7	-2.42420	13.03458	-0.19	0.8527	x9(t-1)
	XL1_2_8	12.69660	13.52064	0.94	0.3489	x10(t-1)
	AR1_2_1	0.12113	0.02655	4.56	0.0001	ihsg(t-1)
	AR1_2_2	0.00821	0.08702	0.09	0.9250	klse(t-1)
	AR1_2_3	-0.06065	0.02542	-2.39	0.0180	sti(t-1)
	AR1_2_4	0.00434	0.09451	0.05	0.9634	set(t-1)
	AR1_2_5	0.36629	0.06150	5.96	0.0001	psei(t-1)
sti	XL0_3_1	-142.82157	46.23773	-3.09	0.0023	x1(t)
	XL0_3_2	-239.17248	46.28141	-5.17	0.0001	x3(t)
	XL0_3_3	22.68000	46.70066	0.49	0.6278	x5(t)
	XL0_3_4	-31.62148	46.15193	-0.69	0.4941	x6(t)
	XL0_3_5	-33.63738	46.12557	-0.73	0.4668	x7(t)
	XL0_3_6	-104.96293	48.05751	-2.18	0.0302	x8(t)
	XL0_3_7	174.97279	48.68356	3.59	0.0004	x9(t)
	XL0_3_8	-86.38026	46.98932	-1.84	0.0676	x10(t)
	XL1_3_1	-78.11304	48.89557	-1.60	0.1119	x1(t-1)
	XL1_3_2	195.01368	52.53297	3.71	0.0003	x3(t-1)
	XL1_3_3	8.11635	49.84229	0.16	0.8708	x5(t-1)
	XL1_3_4	33.94012	58.79809	0.58	0.5645	x6(t-1)
	XL1_3_5	-52.57484	46.11262	-1.14	0.2557	x7(t-1)

set	XL1_3_6	82.62646	50.31894	1.64	0.1023	x8(t-1)
	XL1_3_7	-35.52833	48.93693	-0.73	0.4688	x9(t-1)
	XL1_3_8	-33.60592	50.76180	-0.66	0.5088	x10(t-1)
	AR1_3_1	0.02596	0.09968	0.26	0.7948	ihsg(t-1)
	AR1_3_2	-0.08717	0.32672	-0.27	0.7899	klse(t-1)
	AR1_3_3	-0.06609	0.09542	-0.69	0.4895	sti(t-1)
	AR1_3_4	-0.08583	0.35483	-0.24	0.8091	set(t-1)
	AR1_3_5	1.51389	0.23089	6.56	0.0001	psei(t-1)
	XL0_4_1	-35.71770	11.08959	-3.22	0.0015	x1(t)
	XL0_4_2	-48.46539	11.10006	-4.37	0.0001	x3(t)
	XL0_4_3	-13.03841	11.20061	-1.16	0.2459	x5(t)
	XL0_4_4	-15.53876	11.06901	-1.40	0.1621	x6(t)
	XL0_4_5	-1.79047	11.06268	-0.16	0.8716	x7(t)
	XL0_4_6	-33.83626	11.52604	-2.94	0.0038	x8(t)
	XL0_4_7	32.73775	11.67619	2.80	0.0056	x9(t)
	XL0_4_8	-30.55672	11.26985	-2.71	0.0073	x10(t)
	XL1_4_1	-8.33312	11.72704	-0.71	0.4782	x1(t-1)
	XL1_4_2	3.73632	12.59943	0.30	0.7672	x3(t-1)
	XL1_4_3	5.19122	11.95410	0.43	0.6646	x5(t-1)
	XL1_4_4	12.51631	14.10204	0.89	0.3760	x6(t-1)
	XL1_4_5	-5.36285	11.05958	-0.48	0.6283	x7(t-1)
	XL1_4_6	1.50663	12.06842	0.12	0.9008	x8(t-1)
	XL1_4_7	11.09338	11.73696	0.95	0.3458	x9(t-1)
	XL1_4_8	-6.74124	12.17463	-0.55	0.5805	x10(t-1)
psei	AR1_4_1	0.06728	0.02391	2.81	0.0054	ihsg(t-1)
	AR1_4_2	-0.11147	0.07836	-1.42	0.1566	klse(t-1)
	AR1_4_3	-0.02966	0.02289	-1.30	0.1967	sti(t-1)
	AR1_4_4	0.15468	0.08510	1.82	0.0708	set(t-1)
	AR1_4_5	0.22204	0.05538	4.01	0.0001	psei(t-1)
	XL0_5_1	4.27919	15.66888	0.27	0.7851	x1(t)
	XL0_5_2	-22.66022	15.68368	-1.44	0.1502	x3(t)
	XL0_5_3	1.86140	15.82575	0.12	0.9065	x5(t)
	XL0_5_4	-12.77998	15.63980	-0.82	0.4149	x6(t)
	XL0_5_5	11.28240	15.63087	0.72	0.4713	x7(t)
	XL0_5_6	-63.66739	16.28556	-3.91	0.0001	x8(t)
	XL0_5_7	58.67659	16.49771	3.56	0.0005	x9(t)
	XL0_5_8	22.06267	15.92357	1.39	0.1676	x10(t)
	XL1_5_1	-9.95752	16.56956	-0.60	0.5486	x1(t-1)
	XL1_5_2	9.34383	17.80219	0.52	0.6003	x3(t-1)
	XL1_5_3	4.35224	16.89038	0.26	0.7969	x5(t-1)
	XL1_5_4	3.12957	19.92529	0.16	0.8754	x6(t-1)
	XL1_5_5	1.86929	15.62648	0.12	0.9049	x7(t-1)
	XL1_5_6	-36.19388	17.05190	-2.12	0.0351	x8(t-1)
	XL1_5_7	-11.68919	16.58357	-0.70	0.4818	x9(t-1)
	XL1_5_8	-4.10351	17.20198	-0.24	0.8117	x10(t-1)
	AR1_5_1	0.00997	0.03378	0.30	0.7683	ihsg(t-1)
	AR1_5_2	-0.16629	0.11072	-1.50	0.1348	klse(t-1)
	AR1_5_3	0.01965	0.03234	0.61	0.5442	sti(t-1)
	AR1_5_4	0.06183	0.12024	0.51	0.6077	set(t-1)
	AR1_5_5	-0.12859	0.07824	-1.64	0.1020	psei(t-1)

Model Parameter Estimates setelah restrict

Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
ihsg	XL0_1_1	0.00000	0.00000			x1(t)
	XL0_1_2	-307.31968	38.90574	-7.90	0.0001	x3(t)
	XL0_1_3	0.00000	0.00000			x5(t)
	XL0_1_4	-112.11865	32.82413	-3.42	0.0008	x6(t)
	XL0_1_5	0.00000	0.00000			x7(t)
	XL0_1_6	-126.98520	36.30289	-3.50	0.0006	x8(t)

	XL0_1_7	0.00000	0.00000			x9(t)
	XL0_1_8	-233.79607	38.90523	-6.01	0.0001	x10(t)
	XL1_1_1	0.00000	0.00000			x1(t-1)
	XL1_1_2	233.57926	37.48572	6.23	0.0001	x3(t-1)
	XL1_1_3	0.00000	0.00000			x5(t-1)
	XL1_1_4	0.00000	0.00000			x6(t-1)
	XL1_1_5	0.00000	0.00000			x7(t-1)
	XL1_1_6	0.00000	0.00000			x8(t-1)
	XL1_1_7	0.00000	0.00000			x9(t-1)
	XL1_1_8	0.00000	0.00000			x10(t-1)
	AR1_1_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_1_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_1_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_1_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
klse	AR1_1_5	0.85279	0.16877	5.05	0.0001	psei(t-1)
	XL0_2_1	0.00000	0.00000			x1(t)
	XL0_2_2	-82.64119	12.14020	-6.81	0.0001	x3(t)
	XL0_2_3	-57.25393	9.69031	-5.91	0.0001	x5(t)
	XL0_2_4	-116.42403	9.90583	-11.75	0.0001	x6(t)
	XL0_2_5	0.00000	0.00000			x7(t)
	XL0_2_6	0.00000	0.00000			x8(t)
	XL0_2_7	0.00000	0.00000			x9(t)
	XL0_2_8	-60.74347	12.14005	-5.00	0.0001	x10(t)
	XL1_2_1	0.00000	0.00000			x1(t-1)
	XL1_2_2	34.08005	11.17600	3.05	0.0026	x3(t-1)
	XL1_2_3	0.00000	0.00000			x5(t-1)
	XL1_2_4	29.64806	9.71178	3.05	0.0026	x6(t-1)
	XL1_2_5	0.00000	0.00000			x7(t-1)
	XL1_2_6	0.00000	0.00000			x8(t-1)
	XL1_2_7	0.00000	0.00000			x9(t-1)
	XL1_2_8	0.00000	0.00000			x10(t-1)
	AR1_2_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_2_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_2_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_2_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
sti	AR1_2_5	0.32261	0.05126	6.29	0.0001	psei(t-1)
	XL0_3_1	-147.77641	33.74842	-4.38	0.0001	x1(t)
	XL0_3_2	-217.30201	43.59635	-4.98	0.0001	x3(t)
	XL0_3_3	0.00000	0.00000			x5(t)
	XL0_3_4	0.00000	0.00000			x6(t)
	XL0_3_5	0.00000	0.00000			x7(t)
	XL0_3_6	-104.34179	39.57933	-2.64	0.0091	x8(t)
	XL0_3_7	119.54051	35.54878	3.36	0.0009	x9(t)
	XL0_3_8	-97.58383	43.59577	-2.24	0.0264	x10(t)
	XL1_3_1	0.00000	0.00000			x1(t-1)
	XL1_3_2	197.20048	39.39193	5.01	0.0001	x3(t-1)
	XL1_3_3	0.00000	0.00000			x5(t-1)
	XL1_3_4	0.00000	0.00000			x6(t-1)
	XL1_3_5	0.00000	0.00000			x7(t-1)
	XL1_3_6	0.00000	0.00000			x8(t-1)
	XL1_3_7	0.00000	0.00000			x9(t-1)
	XL1_3_8	0.00000	0.00000			x10(t-1)
	AR1_3_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_3_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_3_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_3_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
set	AR1_3_5	1.34318	0.19068	7.04	0.0001	psei(t-1)
	XL0_4_1	-36.77848	9.52545	-3.86	0.0002	x1(t)
	XL0_4_2	-42.70115	10.61460	-4.02	0.0001	x3(t)
	XL0_4_3	0.00000	0.00000			x5(t)
	XL0_4_4	0.00000	0.00000			x6(t)
	XL0_4_5	0.00000	0.00000			x7(t)
	XL0_4_6	-32.24228	10.22756	-3.15	0.0019	x8(t)

psei	XL0_4_7	22.63640	9.90236	2.29	0.0234	x9(t)
	XL0_4_8	-37.24608	10.61727	-3.51	0.0006	x10(t)
	XL1_4_1	0.00000	0.00000			x1(t-1)
	XL1_4_2	0.00000	0.00000			x3(t-1)
	XL1_4_3	0.00000	0.00000			x5(t-1)
	XL1_4_4	0.00000	0.00000			x6(t-1)
	XL1_4_5	0.00000	0.00000			x7(t-1)
	XL1_4_6	0.00000	0.00000			x8(t-1)
	XL1_4_7	0.00000	0.00000			x9(t-1)
	XL1_4_8	0.00000	0.00000			x10(t-1)
	AR1_4_1	0.03270	0.01236	2.65	0.0089	ihsg(t-1)
	AR1_4_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_4_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_4_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_4_5	0.25429	0.04711	5.40	0.0001	psei(t-1)
	XL0_5_1	0.00000	0.00000			x1(t)
	XL0_5_2	0.00000	0.00000			x3(t)
	XL0_5_3	0.00000	0.00000			x5(t)
	XL0_5_4	0.00000	0.00000			x6(t)
	XL0_5_5	0.00000	0.00000			x7(t)
	XL0_5_6	-57.38245	15.45342	-3.71	0.0003	x8(t)
	XL0_5_7	60.88308	15.34291	3.97	0.0001	x9(t)
	XL0_5_8	0.00000	0.00000			x10(t)
	XL1_5_1	0.00000	0.00000			x1(t-1)
	XL1_5_2	0.00000	0.00000			x3(t-1)
	XL1_5_3	0.00000	0.00000			x5(t-1)
	XL1_5_4	0.00000	0.00000			x6(t-1)
	XL1_5_5	0.00000	0.00000			x7(t-1)
	XL1_5_6	-38.90288	14.63672	-2.66	0.0086	x8(t-1)
	XL1_5_7	0.00000	0.00000			x9(t-1)
	XL1_5_8	0.00000	0.00000			x10(t-1)
	AR1_5_1	0.00000	0.00000			ihsg(t-1)
	AR1_5_2	0.00000	0.00000			klse(t-1)
	AR1_5_3	0.00000	0.00000			sti(t-1)
	AR1_5_4	0.00000	0.00000			set(t-1)
	AR1_5_5	0.00000	0.00000			psei(t-1)

Testing of the Restricted Parameters

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
XL0_1_1	-0.03881	0.02867	-1.35	0.1776
XL0_1_3	0.02093	0.03046	0.69	0.4930
XL0_1_5	0.00114	0.03115	0.04	0.9710
XL0_1_7	0.00035	0.02809	0.01	0.9901
XL0_2_1	0.13325	0.09188	1.45	0.1488
XL0_2_5	0.00966	0.10321	0.09	0.9255
XL0_2_6	-0.02102	0.07900	-0.27	0.7905
XL0_2_7	0.19567	0.09055	2.16	0.0321
XL0_3_3	0.01863	0.02931	0.64	0.5259
XL0_3_4	0.00521	0.02593	0.20	0.8409
XL0_3_5	-0.02951	0.03090	-0.96	0.3409
XL0_4_3	-0.13980	0.10678	-1.31	0.1922
XL0_4_4	-0.11633	0.10660	-1.09	0.2766
XL0_4_5	0.03199	0.10961	0.29	0.7708
XL0_5_1	0.01794	0.06520	0.28	0.7835
XL0_5_2	-0.08316	0.06424	-1.29	0.1972
XL0_5_3	0.00979	0.06833	0.14	0.8863
XL0_5_4	-0.03791	0.06831	-0.55	0.5797
XL0_5_5	0.06810	0.06863	0.99	0.3225
XL0_5_8	0.08403	0.06424	1.31	0.1926

XL1_1_1	-0.05451	0.03114	-1.75	0.0818
XL1_1_3	0.00289	0.03115	0.09	0.9262
XL1_1_4	-0.01453	0.03041	-0.48	0.6335
XL1_1_5	-0.01015	0.03111	-0.33	0.7446
XL1_1_6	-0.02354	0.03013	-0.78	0.4357
XL1_1_7	0.05305	0.02984	1.78	0.0772
XL1_1_8	0.00046	0.03102	0.01	0.9881
XL1_2_1	0.11612	0.10319	1.13	0.2620
XL1_2_3	-0.03022	0.10320	-0.29	0.7700
XL1_2_5	-0.00136	0.10308	-0.01	0.9895
XL1_2_6	0.11113	0.09947	1.12	0.2654
XL1_2_7	-0.08253	0.09903	-0.83	0.4058
XL1_2_8	-0.04164	0.10255	-0.41	0.6852
XL1_3_1	-0.01423	0.03090	-0.46	0.6457
XL1_3_3	-0.00705	0.03090	-0.23	0.8198
XL1_3_4	-0.00037	0.02921	-0.01	0.9900
XL1_3_5	-0.02189	0.03086	-0.71	0.4790
XL1_3_6	0.05644	0.02912	1.94	0.0542
XL1_3_7	-0.04043	0.02956	-1.37	0.1732
XL1_3_8	0.00584	0.03065	0.19	0.8492
XL1_4_1	-0.04304	0.10956	-0.39	0.6949
XL1_4_2	-0.00367	0.08777	-0.04	0.9667
XL1_4_3	0.09421	0.10954	0.86	0.3909
XL1_4_4	0.16319	0.10529	1.55	0.1230
XL1_4_5	0.01163	0.10944	0.11	0.9155
XL1_4_6	-0.16651	0.10250	-1.62	0.1061
XL1_4_7	0.15753	0.10483	1.50	0.1347
XL1_4_8	-0.09034	0.10332	-0.87	0.3831
XL1_5_1	-0.03972	0.06863	-0.58	0.5634
XL1_5_2	0.06372	0.06641	0.96	0.3386
XL1_5_3	0.04625	0.06863	0.67	0.5012
XL1_5_4	0.06799	0.06830	1.00	0.3209
XL1_5_5	0.02335	0.06862	0.34	0.7340
XL1_5_7	-0.08376	0.06827	-1.23	0.2215
XL1_5_8	0.00386	0.06851	0.06	0.9552
AR1_1_1	60.61655	21.53252	2.82	0.0054
AR1_1_2	12.91331	7.58792	1.70	0.0906
AR1_1_3	53.33448	22.84748	2.33	0.0207
AR1_1_4	12.38967	5.34298	2.32	0.0216
AR1_2_1	282.78060	68.74121	4.11	0.0001
AR1_2_2	36.51019	21.77655	1.68	0.0954
AR1_2_3	30.49748	74.80876	0.41	0.6840
AR1_2_4	-2.80664	17.54998	-0.16	0.8731
AR1_3_1	-84.47117	20.51615	-4.12	0.0001
AR1_3_2	-13.55964	7.32663	-1.85	0.0659
AR1_3_3	-55.43335	22.33572	-2.48	0.0140
AR1_3_4	-14.47633	5.17427	-2.80	0.0057
AR1_4_2	-35.62314	21.89128	-1.63	0.1055
AR1_4_3	13.98534	63.01282	0.22	0.8246
AR1_4_4	33.09719	16.58823	2.00	0.0476
AR1_5_1	-10.21872	50.40442	-0.20	0.8396
AR1_5_2	-24.35874	17.57080	-1.39	0.1674
AR1_5_3	-4.88444	53.04653	-0.09	0.9267
AR1_5_4	-6.11077	12.03759	-0.51	0.6124
AR1_5_5	-28.69645	14.15341	-2.03	0.0441

Forecasts					
Variable	Obs	Forecast	Standard Error	95% Confidence Limits	
ihsg	206	1243.39908	51.22905	1142.99198	1343.80618
	207	1243.39908	68.59462	1108.95610	1377.84206
	208	1243.39908	84.20648	1078.35741	1408.44076
	209	1243.39908	97.34599	1052.60444	1434.19372
	210	1243.39908	108.91168	1029.93612	1456.86204
	211	1243.39908	119.36190	1009.45405	1477.34411
	212	1243.39908	128.96811	990.62622	1496.17194
	213	1243.39908	137.90680	973.10673	1513.69144
	214	1243.39908	146.30036	956.65564	1530.14252
	215	1243.39908	154.23782	941.09850	1545.69966
	216	1243.39908	161.78633	926.30370	1560.49446
	217	1243.39908	168.99801	912.16907	1574.62909
	218	1243.39908	175.91429	898.61341	1588.18475
	219	1243.39908	182.56875	885.57091	1601.22725
	220	1243.39908	188.98904	872.98736	1613.81080
	221	1243.39908	195.19828	860.81748	1625.98068
	222	1243.39908	201.21600	849.02296	1637.77520
	223	1243.39908	207.05891	837.57108	1649.22708
klse	206	866.84329	17.82747	831.90209	901.78448
	207	866.84329	23.20342	821.36542	912.32116
	208	866.84329	27.54957	812.84712	920.83946
	209	866.84329	31.29791	805.50051	928.18607
	210	866.84329	34.64303	798.94420	934.74238
	211	866.84329	37.69243	792.96748	940.71910
	212	866.84329	40.51296	787.43935	946.24723
	213	866.84329	43.14951	782.27181	951.41477
	214	866.84329	45.63398	777.40233	956.28425
	215	866.84329	47.99000	772.78461	960.90197
	216	866.84329	50.23565	768.38322	965.30335
	217	866.84329	52.38512	764.17034	969.51624
	218	866.84329	54.44980	760.12364	973.56294
	219	866.84329	56.43900	756.22487	977.46170
	220	866.84329	58.36044	752.45892	981.22766
sti	221	866.84329	60.22061	748.81307	984.87351
	222	866.84329	62.02501	745.27651	988.41007
	223	866.84329	63.77838	741.83996	991.84662
	206	1735.49814	52.71525	1632.17815	1838.81813
	207	1735.49814	78.39562	1581.84555	1889.15073
	208	1735.49814	97.53383	1544.33534	1926.66094
	209	1735.49814	113.48931	1513.06318	1957.93311
	210	1735.49814	127.46293	1485.67538	1985.32090
	211	1735.49814	140.04919	1461.00678	2009.98951
	212	1735.49814	151.59403	1438.37930	2032.61699
	213	1735.49814	162.31983	1417.35713	2053.63916
	214	1735.49814	172.37953	1397.64048	2073.35581
	215	1735.49814	181.88369	1379.01266	2091.98363
	216	1735.49814	190.91530	1361.31102	2109.68526
	217	1735.49814	199.53854	1344.40979	2126.58649
set	218	1735.49814	207.80424	1328.20931	2142.78698
	219	1735.49814	215.75352	1312.62902	2158.36726
	220	1735.49814	223.42013	1297.60273	2173.39355
	221	1735.49814	230.83226	1283.07523	2187.92105
	222	1735.49814	238.01367	1268.99993	2201.99636
	223	1735.49814	244.98466	1255.33704	2215.65924
	206	403.97671	12.80073	378.88773	429.06568
	207	404.03750	18.83585	367.11991	440.95509
	208	404.03750	23.51218	357.95448	450.12052

psei	209	404.03750	27.40174	350.33107	457.74393
	210	404.03750	30.80404	343.66269	464.41230
	211	404.03750	33.86624	337.66090	470.41410
	212	404.03750	36.67363	332.15851	475.91649
	213	404.03750	39.28089	327.04837	481.02662
	214	404.03750	41.72555	322.25693	485.81807
	215	404.03750	44.03470	317.73108	490.34392
	216	404.03750	46.22865	313.43102	494.64398
	217	404.03750	48.32309	309.32599	498.74901
	218	404.03750	50.33045	305.39163	502.68336
	219	404.03750	52.26076	301.60829	506.46671
	220	404.03750	54.12227	297.95979	510.11520
	221	404.03750	55.92185	294.43268	513.64231
	222	404.03750	57.66530	291.01559	517.05941
	223	404.03750	59.35756	287.69882	520.37617
	206	588.78000	17.23507	554.99988	622.56012
	207	588.78000	23.62626	542.47337	635.08663
	208	588.78000	28.62435	532.67731	644.88269
	209	588.78000	32.87105	524.35393	653.20607
	210	588.78000	36.62866	516.98915	660.57085
	211	588.78000	40.03513	510.31259	667.24741
	212	588.78000	43.17365	504.16120	673.39880
	213	588.78000	46.09899	498.42764	679.13236
214	588.78000	48.84946	493.03682	684.52318	
215	588.78000	51.45311	487.93376	689.62624	
216	588.78000	53.93121	483.07677	694.48323	
217	588.78000	56.30034	478.43336	699.12664	
218	588.78000	58.57372	473.97762	703.58238	
219	588.78000	60.76211	469.68846	707.87154	
220	588.78000	62.87437	465.54850	712.01150	
221	588.78000	64.91794	461.54317	716.01683	
222	588.78000	66.89912	457.66014	719.89986	
223	588.78000	68.82329	453.88884	723.67116	